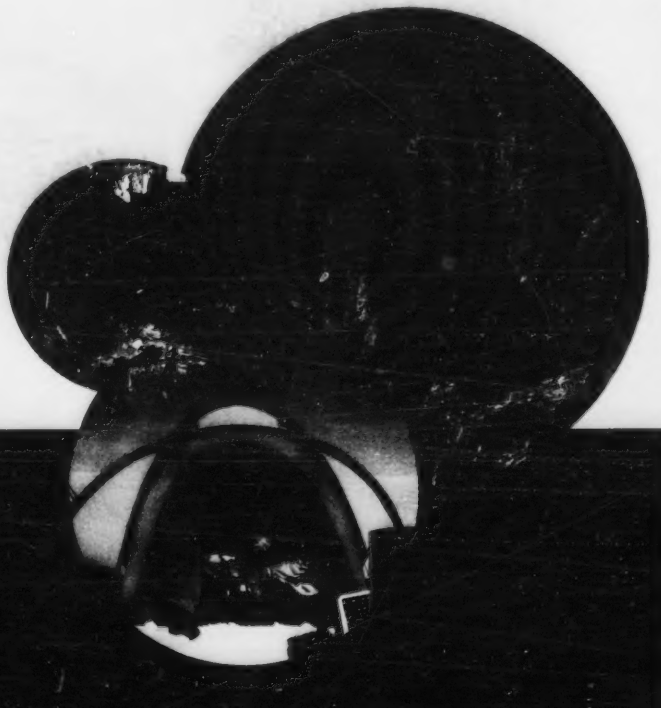
The Contribution of Earth Sciences to Sustainable Land and Resource Management



Canada

The Contribution of Earth Sciences to Sustainable Land and Resource Management

A Canadian contribution to the land use dialogue at the Eighth Session of the United Nations Commission on Sustainable Development, April 24 to May 5, 2000

Ottawa, Canada

2000

Sustainable Development in Canada Monograph Series

The Sustainable Management of Forests, Monograph No. 1

Sustainable Transportation, Monograph No. 2

Ensuring the Health of the Oceans and Other Seas, Monograph No. 3

Sustainable Development of Minerals and Metals, Monograph No. 4

Canadian Youth Perspectives on Sustainable Development, Monograph No. 5

Canada and Freshwater: Experience and Practices, Monograph No. 6

Canada's Oceans: Experience and Practices, Monograph No. 7

Cultivating a Secure Future: Rural Development and Sustainable Agriculture in Canada, Monograph No. 8

Sustainable Forest Management: A Continued Commitment in Canada, Monograph No. 9

Minerals and Metals: Towards a Sustainable Future, Monograph No. 10

Indigenous Peoples and Sustainable Development in the Canadian Arctic, Monograph No. 11

The Contribution of Earth Sciences to Sustainable Land and Resource Management, Monograph No. 12

Learning from Nature: Canada – The Ecosystem Approach and Integrated Land Management, Monograph No. 13

Available on the Internet on Environment Canada's Green Lane: *http://www.ec.gc.ca*

* * * * * * * * * * * *

Additional copies of this publication are available in limited quantities at no charge from:

Enquiries Service
Department of Foreign Affairs and International Trade
125 Sussex Drive
Ottawa, ON K1A 0G2

Tel.: 1 800 267-8376 (toll free anywhere in Canada)
(613) 944-4000
Fax: (613) 996-9709
E-mail: sxci.enqserv@extott09.x400.gc.ca

Christy Vodden
ESS Communications Officer
Natural Resources Canada
244-601 Booth Street
Ottawa, ON K1A 0E8

Tel.: (613) 995-3084
Fax: (613) 995-3082

Also available on the Internet at the Natural Resources Canada Web site: *http://www.nrcan.gc.ca/ess*

Copies of this publication have been made available to university, college, and public libraries through the Depository Services Program.

Cover photos courtesy of the Natural Resources Canada photo library.

©Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2000

Cat. No. E2-136/13-2000
ISBN 0-662-64832-3

Printed on recycled paper.

101-05892/

Contents

PREFACE v

INTRODUCTION — THE REGIONS OF CANADA 1
Ecologically Based Regions of Canada 1

THE EARTH SCIENCES 5

SUSTAINABLE LAND AND RESOURCE MANAGEMENT 6
Applying Earth Sciences to Sustainable Development 6
Agriculture 6
Forests 8
Minerals and Energy 8
Groundwater 9
Environmental Challenges 9
Environmental Research and Monitoring 9
Climate Change 11
Biodiversity 12
Natural Hazards and Emergencies 13
Partnerships 14
Aboriginal Peoples 15

INTERNATIONAL COOPERATION 16

THE PATH FORWARD 16

SELECTED READINGS 18

WEB SITES 19

Preface

At its eighth session in the spring of 2000, the United Nations Commission on Sustainable Development (CSD) will be reviewing global progress made with respect to Chapter 10 of Agenda 21, "Integrated Approach to the Planning and Management of Land Resources". For Canada — the world's second largest country in land mass — the issues associated with the sustainable development of land resources are intimately entwined with Canadian history, in addition to being pivotal to its future well-being. As a contribution to the land use dialogue, Canada has prepared a series of six monographs describing its experience and the challenges that remain in the integration of sustainable development.

Agriculture and forests will be particular themes at CSD 8. Canada is world famous for its prairie wheat, and sustainable agricultural practices, both within Canada and internationally, have global implications. Canada presents its experiences in its first monograph on sustainable agriculture. As with the prairies, images of vast Canadian forests and the rugged Canadian Shield rich in minerals are familiar Canadian icons. For this session of the CSD, Canada has updated monographs on forests and on minerals and metals originally prepared for the five-year review of Agenda 21 in 1997.

Canada, along with its circumpolar neighbours, faces extraordinary challenges in the sustainable development of its Arctic regions and is working to this end directly with Indigenous peoples and territorial governments, including the newest territory, Nunavut, which came into being on April 1, 1999. Along with fellow members of the Arctic Council, Canada is looking for means to ensure that the world has a better understanding of the impact of southern activities on the vulnerable Arctic environment. In this regard, a monograph addressing sustainable development and Indigenous peoples in the Canadian Arctic has been prepared.

Key to successfully implementing sustainable development policy is a clear understanding of the issues to be addressed. The role of science cannot be underestimated in this search for understanding. In this regard, Canada has developed two additional monographs. One provides an overview of the applications of earth sciences to the gathering and interpretation of scientific information to contribute to policy development. Finally, Canada concludes its monograph series for CSD 8 with a review of its experiences of an ecosystem approach to the development of sustainable development principles.

This monograph explores how earth sciences in Canada contribute to the sustainable and integrated management of land and resources by generating, analyzing, and disseminating information that is critical to land use decision making on local, regional, and global scales. The earth sciences are critically important to making balanced decisions regarding sustainable land and resource management for several key reasons. First, the unknown cannot be managed. Second, Canada faces growing and competing pressures on land use.

Third, there are global issues (for example, climate change, water, transboundary pollution, and natural hazards) where scientific data are integral to good policies for either preventative or remedial action or resolution. Fourth, and finally, the creative application of modern earth science technologies is enriching as well as empowering Canadians in implementing sustainable development principles in land use decisions to their own benefit, as well as to the benefit of future generations of Canadians.

For Canada, sustainable development is best represented as a journey, not a destination. The monographs described above, as well as the other monographs in the Sustainable Development in Canada Monograph Series, are milestones on this journey, and we invite you to join us and share our experiences.

The Contribution of Earth Sciences to Sustainable Land and Resource Management

INTRODUCTION — THE REGIONS OF CANADA

A comprehensive knowledge of the Canadian land mass and its offshore is fundamental to economic development, public safety, environmental protection, and national sovereignty. In part, this is the challenge for earth sciences. By bringing together expertise in surveying, mapping, remote sensing, geographic information systems, the Global Positioning System, and geoscience research, the earth sciences improve the understanding of natural processes, the magnitude of natural wealth, and the impact of human activities on the earth. For Canada, a country occupying the northern half of the North American continent, and, at 9 984 000 square kilometres, the second largest country in the world, this is a major task. It is made even more challenging by the diversity of physiography, geology, vegetation, and climate regions that are inevitably found in a country of this size.

Canada's most distinctive feature is in being a northern country — its land area extends from the midlatitudes (the southernmost point is at 42 degrees north) up to only 800 kilometres from the North Pole. As a result of climate and soil patterns, only the southern fringe of the country is continuously occupied. Almost all of the population lives within 300 kilometres of the southern boundary, with the settlement pattern being a more-or-less continuous band stretching from the Atlantic to the Pacific Oceans.

In dividing Canada into regions, it should be noted that its political division into provinces and territories already furnishes a major set of regions in its own right. Canada is a federal nation, which means the 10 provinces (and, to a lesser extent, the three territories) have substantial roles in running their own affairs, including managing their natural resources.

Ecologically Based Regions of Canada

There are a smaller number of distinct regions that cut across political boundaries. The following description of ecologically based regions points out their location, unique features, and economy, with

Source: The National Atlas of Canada

particular reference to natural resource-based activities. In several of these regions, the economy also makes substantial use of resources in the adjacent offshore areas.

The **Pacific Coast** region corresponds to the Pacific Maritime ecozone. Physically, this area is almost entirely mountainous and could be considered as part of the Western Cordillera, but as the Pacific Coast is so distinctive in climate, it is usually considered as a separate region. It has the mildest climate in Canada as a result of warming due to offshore currents. The area is also the wettest region of Canada. Both aspects help to give it Canada's most productive forest area. Most of the forested area is a temperate rainforest noted for its huge coniferous trees, notably Douglas fir. There are small areas of farmland, but the economy has always been based on forestry and related industries and on trade within the Pacific rim.

The **Western Cordillera** region consists of three ecozones: the Montane Cordillera, the Boreal Cordillera, and the Taiga Cordillera. The region covers almost all of British Columbia and Yukon, and overlaps slightly into Alberta. The distinctive feature of this area is its north–south mountain ranges. To the west, the Coast Mountains run without a break for nearly 1500 kilometres, while along the eastern edge of the region there are the nearly continuous ranges of the Rocky Mountains and the Mackenzie Mountains.

Human activities are diverse in this region, with most being closely based on natural resources. Most of the area is forested, with the result that a very large forestry industry is found extending over most of British Columbia. (British Columbia as a whole produces about 40 percent of Canada's wood production by volume.) The Western Cordillera region also has rich energy and mineral resources; along the eastern edge, these are more likely to be energy resources, such as coal or hydrocarbons, whereas in the rest of the area, they are mainly metals.

The **Interior Plains** region also consists of three ecozones (from south to north): the Prairie Plains, the Boreal Plains, and the Taiga Plains. This region spreads over four provinces and two territories, but is concentrated in the Prairie provinces — Alberta, Saskatchewan, and Manitoba.

Settlement and economic patterns in the region vary markedly from south to north. The southern part contains most of Canada's farmland; Alberta, Saskatchewan, and Manitoba together have 286 000 square kilometres of cropland, 82 percent of Canada's overall total cropland area of 349 000 square kilometres. These lands are mainly a dryland area, with the best soils (chernozem, or black earth) being a band that runs north in Alberta up to Edmonton, then southeast to Winnipeg, Manitoba. The Prairies are world-famous for their production of wheat and other grains, and nearly as well known for their beef and other livestock activities.

The Prairie provinces are also well known as Canada's main location of energy resources. Alberta, in particular, has large oil and gas reserves, and also large areas underlain by oil sands. Saskatchewan and British Columbia also have a substantial oil and gas production industry. All three provinces have large coal resources from which come coal for export and for local electricity generation. The northern part of the Interior Plains is relatively remote and thinly populated, however, that part that falls in the Northwest Territories contains the bulk of the population of this territory.

Canada's most distinctive geological feature is the Canadian Shield, which wraps around Hudson Bay and underlies almost half the country. The part that is largely forested is the **Southern Shield** region. The northern half of the Shield is treeless and is considered as part of the Arctic region. The Southern Shield consists of three ecozones: the Boreal Shield, the Taiga Shield, and the Hudson Plains.

The Southern Shield has very little farmland, but is otherwise a very resource-rich area, with its extensive forest areas and mineral resources each giving rise to a large number of extraction and processing towns. The total area of timber-productive forest land in this region is 1 178 000 square kilometres — 48 percent of Canada's total forest land of 2 446 000 square kilometres. The southern rim of the region (the Boreal Shield) is almost continuously forested and includes almost all of the forest lands of the region. In 1998, this region also produced more than 75 percent of Canada's metal output, with production being almost entirely composed of a small, diverse range of minerals: gold, copper, iron ore, nickel, and uranium. The Southern Shield is also Canada's main source of another resource, hydroelectric power.

This region includes one area not technically part of the Shield, but very similar in overall appearance to it. This is the island of the province of Newfoundland. It has some forest resources, but is otherwise barren. Its offshore fishing banks, however, were the first known natural resource of Canada, and settlements to exploit these grew up along the coasts of the island. The exceptionally rich fishing banks are not as productive now as they have been due to a variety of factors, both human and natural. However, they are being carefully monitored by Canada so as to ensure a viable future fishery. In recent years, other natural resources have become important to Newfoundland, notably the offshore oil and gas resources.

The **Atlantic Maritime** region consists of a single ecozone: the Atlantic Maritime. Both consist of all areas in the three Maritime provinces (New Brunswick, Nova Scotia, and Prince Edward Island) and a substantial neighbouring area of Quebec. A common element of this region is the Appalachian Mountains, which underlie the entire area.

The terrain is a varied one, usually of low mountains, hills, and substantial valleys, except for Prince Edward Island, which is an entirely flat, agricultural area. Otherwise there are few agricultural areas in the region; instead, the economy is based on forestry, fishing, manufacturing, and government services. There are some mineral resources, with the newest one being natural gas from areas off Nova Scotia.

The **Great Lakes–St. Lawrence Lowlands** region, consisting of the southernmost part of Canada, is a tiny area but home to more than half of Canada's population. It contains nearly all of the population of Ontario and most of that of Quebec. This region corresponds to a single ecozone: the Mixedwood Plains.

The region has the best climate for agriculture in Canada and a substantial area of good farmland. Consequently, it vies with the Prairies as Canada's leading agricultural producer. The nature of the agriculture, however, is much different. Because of the large local population, most of the produce from the Great Lakes–St. Lawrence Lowlands is consumed locally, with the result that its agriculture is dominated by dairy and livestock rather than by grains. The Prairies mainly produce for export.

The main basis of the region's economy, however, is manufacturing and the service industries. Canada's two largest urban areas, Toronto and Montreal, are both found in this region, and there are many other large manufacturing centres, as well as other large cities, such as the national capital, Ottawa. The region has always produced the majority of Canada's manufacturing output, and this is likely to remain the case as it is located adjacent to the industrial heartland of the United States.

The **Arctic** region consists of three ecozones: the Southern Arctic, the Northern Arctic, and the Arctic Cordillera. The underlying geology is extremely varied, with more than half the area being underlain by the Canadian Shield. The common aspect of the region is that it is entirely north of the tree line.

This region lies mainly in Nunavut, but much of it is also in the Northwest Territories and parts are in the northernmost areas of Quebec and Newfoundland. The population is small (only about 50 000) and is unusual in that nearly all of it is Aboriginal, predominantly Inuit. These people have lived in the area for thousands of years, primarily exploiting sea resources. Much more recently, substantial new mineral and energy resources have become important and, in some cases, developed. Some of the most recent developments are for Canada's newest mineral product, diamonds.

THE EARTH SCIENCES

The earth sciences consist of two broad fields: geoscience and geomatics. Focused on the objective of characterizing the nature of the earth and understanding how the earth works, geoscience includes aspects of the scientific disciplines of chemistry, physics, and biology. It is the science of understanding the earth's crust, its components, and

A Vibrant Technology Sector

Canada has earned recognition as a world leader in the field of geomatics — one of the fastest growing technology sectors over the last decade. The Canadian geomatics community provides software, hardware, and value-added services to help clients resolve problems and seize opportunities in areas such as the earth sciences, infrastructure management, the environment, land management and reform, natural-resource monitoring and development, development planning, and coastal-zone management and mapping.

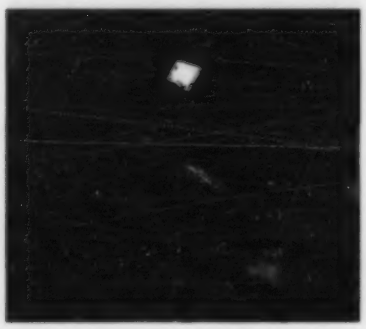
their relations and changes. Geomatics is the science and technology of collecting, analyzing, and applying geographic information. By bringing together expertise in surveying, mapping, remote sensing, geographic information systems (GIS), and the Global Positioning System (GPS), geomatics tools create detailed, yet understandable, pictures of the physical world and humankind's place in it.

Earth science information is used to support public sector activities, as well as investment decisions and operations by the private sector at home and overseas. In Canada, the earth sciences are characterized by partnerships, networks, and strategic alliances among governments, universities, and the private sector. The cooperative approach also extends to the international community. It is motivated by the increasingly complex nature of issues and the importance of synergy and collaboration in the national and international science and technology community, as well as by resource constraints.

The Government of Canada is responsible for maintaining a national coordinate system that serves as a reference for all mapping, charting, navigation, boundary demarcation, crustal information, and other georeferencing needs. Learn more at http://www.geocan.nrcan.gc.ca

SUSTAINABLE LAND AND RESOURCE MANAGEMENT

The earth sciences contribute to sustainable land and resource management by providing the basic knowledge and tools necessary to make wise land use decisions; by contributing to the sustainable development of Canada's agricultural, forestry, mining and energy, and groundwater resources; by providing insight into key environmental issues related to land resources, such as climate change, metals in the environment, and the conservation of biological diversity; and by improving the understanding of natural hazards as well as by mitigating the impact of natural hazards and emergencies. Efforts to enhance the capacity of Canada's Aboriginal and rural communities related to the earth sciences and related technologies also contribute to sustainable land management in Canada.



RADARSAT-2. Planned for a 2001 launch.

Applying Earth Sciences to Sustainable Development

Agriculture

Remote sensing has many useful applications in agriculture. It is used to assess crop type classification, crop condition assessment, and crop yield estimation and to map soil characteristics and soil management practices. Radar data collected by satellite are also useful to monitor drought or flooding events that can severely impact crop productivity. This information is valuable to decision makers and analysts within government agencies, grain marketing bodies, agricultural retailers, and insurance companies.

Remote sensing is the science of acquiring information about the earth's surface without actually being in contact with it. Learn more at http://www.ccrs.nrcan.gc.ca

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

Remote Sensing Technology

RADARSAT is an advanced earth-observation satellite program developed by Canada to monitor environmental change and to support resource sustainability.

The launch of RADARSAT-1 in 1995 gave Canada and the world access to the first radar satellite system capable of large-scale production and timely delivery of data that meet the needs of commercial, government, and scientific programs. RADARSAT-1 provides a new source of reliable and cost-effective data for environmental and resource professionals worldwide. With a planned lifetime of five years, it is equipped with synthetic aperture radar that can transmit and receive signals to "see" through all weather at any time and obtain high-quality images of the earth. These images have proven to be effective tools in the management and monitoring of the global environment in areas of ice navigation, cartography, geological exploration, maritime surveillance, disaster-relief operations, agriculture, and forestry surveillance.

RADARSAT-2, due for launch in 2001, will build on the successes of RADARSAT-1 and offer improved quality of data images to meet the growing world demand for earth-observation information.

Canada has two state-of-the-art satellite-receiving stations, in Quebec and Saskatchewan, with a range that covers Canada and the continental United States. Both stations handle the reception, processing, and archiving of earth-observation data. A centralized facility coordinates the scheduling of the stations, reconciling client data requirements, and scheduling the various satellite sensors with the respective earth-observation satellite-operating agencies. Together, they handle more than 12 000 satellite passes per year with a success rate greater than 99.7 percent.

The Government of Canada provides information on the state of its domestic grain crops through the Crop Information System. For the grain-growing regions of western Canada, data are acquired daily throughout the April to October crop-growing season. This information is customized within a GIS interface, and weekly updates can be viewed by subscribers via an interactive Internet site in the form of image and map products and statistical data. Historical data are provided so that subscribers can evaluate current crop conditions with those from previous years.

A geographic information system (GIS) can integrate and store accurate information on property size, shape, ownership, taxes, and usage. Learn more at http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Surficial geology mapping, soil geochemistry, and characterization of aquifers are examples of other earth science contributions to agriculture and related management. They provide information on the distribution of metals in soils, are critical to addressing water resource issues for agriculture, and help to assess the impact of climate change on agriculture and other human activities.

Precision farming

The availability of spatially georeferenced data enables a site-specific approach to farming. Such an approach can increase farming profit-

Remote Sensing Technology

RADARSAT is an advanced earth-observation satellite program developed by Canada to monitor environmental change and to support resource sustainability.

The launch of RADARSAT-1 in 1995 gave Canada and the world access to the first radar satellite system capable of large-scale production and timely delivery of data that meet the needs of commercial, government, and scientific programs. RADARSAT-1 provides a new source of reliable and cost-effective data for environmental and resource professionals worldwide. With a planned lifetime of five years, it is equipped with synthetic aperture radar that can transmit and receive signals to "see" through all weather at any time and obtain high-quality images of the earth. These images have proven to be effective tools in the management and monitoring of the global environment in areas of ice navigation, cartography, geological exploration, maritime surveillance, disaster-relief operations, agriculture, and forestry surveillance.

RADARSAT-2, due for launch in 2001, will build on the successes of RADARSAT-1 and offer improved quality of data images to meet the growing world demand for earth-observation information.

Canada has two state-of-the-art satellite-receiving stations, in Quebec and Saskatchewan, with a range that covers Canada and the continental United States. Both stations handle the reception, processing, and archiving of earth-observation data. A centralized facility coordinates the scheduling of the stations, reconciling client data requirements, and scheduling the various satellite sensors with the respective earth-observation satellite-operating agencies. Together, they handle more than 12 000 satellite passes per year with a success rate greater than 99.7 percent.

The Government of Canada provides information on the state of its domestic grain crops through the Crop Information System. For the grain-growing regions of western Canada, data are acquired daily throughout the April to October crop-growing season. This information is customized within a GIS interface, and weekly updates can be viewed by subscribers via an interactive Internet site in the form of image and map products and statistical data. Historical data are provided so that subscribers can evaluate current crop conditions with those from previous years.

Surficial geology mapping, soil geochemistry, and characterization of aquifers are examples of other earth science contributions to agriculture and related management. They provide information on the distribution of metals in soils, are critical to addressing water resource issues for agriculture, and help to assess the impact of climate change on agriculture and other human activities.

A geographic information system (GIS) can integrate and store accurate information on property size, shape, ownership, taxes, and usage. Learn more at http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Precision farming

The availability of spatially georeferenced data enables a site-specific approach to farming. Such an approach can increase farming profit-

ability and enable farmers to take better account of environmental considerations. Data supplied by a number of sources, ranging from measurements taken in the field to data collected from space, are used to assess the current condition of soils and crops. Changes in the state of these conditions can be monitored over time, providing the information required for near real time mitigation or for prescribing soil and crop treatments for subsequent years. Once fertilizing or harvesting needs have been identified using images from remote sensing satellites, in some instances, GPS technology can be used to guide the application of fertilizer or harvesting equipment.

Forests

The earth sciences help promote the sustainable management of Canada's forests. Governments and forest companies use remotely sensed data to collect information on forest type and health, as well as the extent of harvests and burns, among other things. GIS technology is being used in Canada to monitor forestry programs, assess site access routes, and manage reforestation efforts. The Government of Canada is developing thematic layers of data that are significant in the development and monitoring of criteria and indicators of sustainable forest management. GPS is used by forestry companies in Canada to record the location of trees within forests and to make decisions about which trees to cultivate. Satellites are also used to track forest fires and to identify forest fire hot spots.

The Global Positioning System (GPS) is an important geomatics tool. GPS is a constellation of satellites that beams signals to earth where they are picked up by receiving devices that range from hand-held units to more sophisticated vehicle-mounted and stationary equipment. Learn more at http:// www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Minerals and Energy

Geoscience knowledge makes a fundamental contribution to the sustainable development of Canada's mineral and energy resources. In particular, geoscientific mapping and research are used to find new mineral and energy resources, to increase extraction and processing efficiency and transform raw material into value-added products, and to monitor and remediate deposit sites throughout their life cycle. Geoscience mapping and resource studies are of particular importance in rural and northern areas that have mineral and energy potential of economic significance — the creation of jobs, the stimulation of economic development, and the support of healthy, sustainable communities. Geoscience knowledge is also essential to land use decision making where land is restricted or excluded from resource exploration and development. For example, assessments of mineral, energy, and hydrogeological resources are used in defining or delineating national parks and marine protected areas.

Geoscience knowledge is the foundation upon which the mineral and energy industries plan and conduct their exploration activities. The knowledge base has been developed over many years through partnerships among governments, industry, and academia. Federal government and provincial geological surveys provide objective geoscience information in the form of data, maps, and reports, which aid the development and maintenance of essential expertise on the geology and resources of Canada.

Resource exploration is a complex, multistage process that proceeds from strategic decisions about what commodities will be sought in what countries and what deposit types will best deliver those commodities, through the selection of target areas and geoscience technologies to apply, to regional reconnaissance and detailed exploration. The regional geoscience knowledge provided by federal and provincial governments as a public good reduces the need for costly duplication of regional surveys at the early, high-risk stages of exploration programs. In the context of mineral exploration, this is particularly important in Canada, where junior companies and individual prospectors account for a large percentage of exploration activity and a significant number of discoveries.

Groundwater

Land use decisions affect the supply of groundwater, a renewable natural resource that is essential to the well-being of Canadians and ecosystems, as well as to the Canadian economy. It is currently the source of potable water for 25 percent of Canadians. Hydrogeological information, including three-dimensional characterization of aquifers and the geology that contains them, is critical to the sustainable use of Canada's freshwater resources. An example is the inventory of the nation's groundwater resources and the geology that contains them that is being developed by the Government of Canada and partners. Remote sensing information, collected through RADARSAT data, contributes to the mapping and monitoring of surface water resources.

Earth sciences information is used to define Canada's provincial, territorial, federal, and international boundaries. For example, the Global Positioning System is used in a collaborative effort between Canada and the United States to maintain an effective boundary between the two nations, as set out in international treaties.

Environmental Challenges

Environmental Research and Monitoring

Canadian geoscientists are studying the mechanisms through which metals are released and transported in the environment. They are also working to establish baselines and monitor levels of potentially hazardous metals and other toxic substances in the environment,

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

Developments in Near-Surface Geophysics

Over the past decades, the Government of Canada has been involved in the development of instrumentation and techniques directed toward the application of geophysics to near-surface problems. Such problems include

- prospecting and evaluating groundwater resources in glacial deposits
- detecting natural and anthropogenic contaminants within rocks and sediments in both permafrost and nonpermafrost environments
- selecting radioactive waste disposal sites in granite rock
- characterizing permafrost and ground-ice for arctic pipeline routing and for construction both on land and beneath the seafloor
- mapping unstable ground associated with landslides in soils
- estimating earthquake-induced ground motion amplification and susceptibility to ground failure of thick soil sites in urban environments.

World leadership in some areas of near-surface geophysics research by the Government of Canada includes ground-probing radar design, high resolution seismic profiling techniques, and borehole geophysics equipment designs and techniques.

These and other techniques and equipment have been specifically designed to provide an accurate three-dimensional framework for applied near-surface environmental, engineering, and groundwater geoscientific studies mentioned above, and most are available through technology transfer to the Canadian geophysical instrumentation and service industry.

The Government of Canada maintains close links with universities as well as companies in order to continue developing leading-edge geophysical technologies and to provide state-of-the-art advice, baseline standards, and testing services.

thereby providing valuable information for decisions relating to land and resource management. The Metals in the Environment Research Network, a network of Canadian universities, governments, and industry, was recently established to further foster and coordinate research on how metals move and transform within the environment and how they can affect ecosystems and human health.

By providing information about natural and anthropogenic contributions of metals and toxic substances to the environment, the earth sciences contribute to the assessment of the environmental impacts of current and future developments, including mineral and energy exploration and development projects. An example of the application of this knowledge is the assessment of the potential for storage of nuclear and other wastes in geological containers.

The earth sciences contribute to the tracking of the short- and long-range transport of pollutants in the atmosphere. For example, it is possible to differentiate natural and human sources of air pollutants

Developments in Near-Surface Geophysics

Over the past decades, the Government of Canada has been involved in the development of instrumentation and techniques directed toward the application of geophysics to near-surface problems. Such problems include

- prospecting and evaluating groundwater resources in glacial deposits
- detecting natural and anthropogenic contaminants within rocks and sediments in both permafrost and nonpermafrost environments
- selecting radioactive waste disposal sites in granite rock
- characterizing permafrost and ground-ice for arctic pipeline routing and for construction both on land and beneath the seafloor
- mapping unstable ground associated with landslides in soils
- estimating earthquake-induced ground motion amplification and susceptibility to ground failure of thick soil sites in urban environments.

World leadership in some areas of near-surface geophysics research by the Government of Canada includes ground-probing radar design, high resolution seismic profiling techniques, and borehole geophysics equipment designs and techniques.

These and other techniques and equipment have been specifically designed to provide an accurate three-dimensional framework for applied near-surface environmental, engineering, and groundwater geoscientific studies mentioned above, and most are available through technology transfer to the Canadian geophysical instrumentation and service industry.

The Government of Canada maintains close links with universities as well as companies in order to continue developing leading-edge geophysical technologies and to provide state-of-the-art advice, baseline standards, and testing services.

thereby providing valuable information for decisions relating to land and resource management. The Metals in the Environment Research Network, a network of Canadian universities, governments, and industry, was recently established to further foster and coordinate research on how metals move and transform within the environment and how they can affect ecosystems and human health.

By providing information about natural and anthropogenic contributions of metals and toxic substances to the environment, the earth sciences contribute to the assessment of the environmental impacts of current and future developments, including mineral and energy exploration and development projects. An example of the application of this knowledge is the assessment of the potential for storage of nuclear and other wastes in geological containers.

The earth sciences contribute to the tracking of the short- and long-range transport of pollutants in the atmosphere. For example, it is possible to differentiate natural and human sources of air pollutants

by studying material emitted downwind from coal-fired power stations. This information helps determine compliance with environmental guidelines.

Geological information is also used to assess the potential for acid rain damage in different regions of the country. In the early 1980s, Canadian geoscientists initiated a pilot project, based on the interpretation of geological maps, to identify areas that lack the natural ability to absorb and neutralize acid precipitation. The result is a series of acid rain sensitivity maps that characterize broad areas with respect to their sensitivity to acid precipitation.

Climate Change

It is anticipated that climate change will impact the availability and quality of land resources. Land use patterns may be affected by slope stability, which is climate-dependent. The potential for sea level rise caused by higher temperatures raises concerns about increased flooding, coastal erosion, and sediment movement along Canada's extensive coastlines. Warmer temperatures may lead to permafrost thaw, which could jeopardize roadways, utilities, pipelines, and railroads in Canada's northern regions. Increases in frost heave and thaw settlement, also due to warmer temperatures, threaten the structural integrity of buildings.

The earth sciences are contributing to the improvement of the understanding and monitoring of the relationships between the climate, earth systems, and human activity. This knowledge is critical in assessing the potential impacts of climate change and adaptation options.

With a view to analyzing climate system history and dynamics, Canadian geoscientists have been monitoring the High Arctic ice caps for more than 30 years, producing the world's longest polar glacier records (see *http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/page1/clim/new/e-uic-es.htm*). As part of an international project, ice cores are now being studied to evaluate the scale of climate change on a circumpolar basis. Geoscientists are also using data collected from the examination of tree rings to reconstruct moisture regime and temperature variations during the past centuries and to evaluate the response of ecosystems to natural disturbances. The capabilities of Canadian satellite technology (RADARSAT-1) are being harnessed to estimate the velocity of glacier ice motion in the Antarctic. This is linked to the study of changes in the area and volume of ice sheets in the Antarctic and Greenland, which could result in sea level increases.

Impacts and Adaptation

Adaptation involves making socioeconomic adjustments to deal with the impacts of current climate variability and with those expected as a result of future climate change. To be effective, adaptation strategies must be based on accurate assessments of the sensitivity and vulnerability of Canada's various regions and economic sectors to climate-induced impacts. Changing climate conditions must be considered when planning infrastructure and long-term natural resource use.

Part of the Government of Canada's Climate Change Action Fund is allocated to research on climate change impacts and adaptation. More information is available at *http://s-601-tsdweb.gsc.nrcan.gc.ca:80/adaptation/main.htm*.

Examples of research in support of adaptation include the following.

Slope stability. Geomorphic processes, including slope processes, are climate dependent. Indeed, some forms of slope movement, ranging from soil creep to slope failure, are climate driven. Effective adaptation strategies to avoid potential climate change impacts linked to slope stability must be based on an understanding of spatial variability, dynamics, and relation to climate.

Storms, sea-level rise, and coastal erosion. Canada is studying rapidly changing coastal systems in Atlantic Canada, where rising sea levels contribute to widespread shoreline erosion and landward coastal retreat. Seabed mapping has revealed former lakes and rivers in the Northumberland Strait, drowned shorelines off Newfoundland, and submerged estuaries off Nova Scotia. Recent studies provide clear evidence of episodic sea-level rise and coastal change.

As part of Canada's efforts to assess the potential of various environments to capture and sequester carbon dioxide, geoscientists are developing a model for estimating the amount of carbon stored in Canadian peatlands and forests.

Canada is also conducting research in support of adaptation to climate change, including decisions about land use. For example, geoscientists are studying slope stability in order to delineate high hazard areas so that they can be avoided or so that structures (e.g., pipelines and railways) can be designed to address the hazard. Severe storm impacts are being documented along the Nova Scotia coast to improve hazard assessment and mapping. Scientists are working with local governments and industry to assess the potential sensitivity of buildings in the town of Norman Wells, Northwest Territories, to permafrost thaw due to future climate change. With this information, municipal planners will be better able to plan changes to their infrastructure replacement and building guidelines in order to adapt to climate change.

Biodiversity

The earth sciences contribute to the conservation and sustainable use of biological resources by providing knowledge and technologies that

Impacts and Adaptation

Adaptation involves making socioeconomic adjustments to deal with the impacts of current climate variability and with those expected as a result of future climate change. To be effective, adaptation strategies must be based on accurate assessments of the sensitivity and vulnerability of Canada's various regions and economic sectors to climate-induced impacts. Changing climate conditions must be considered when planning infrastructure and long-term natural resource use.

Part of the Government of Canada's Climate Change Action Fund is allocated to research on climate change impacts and adaptation. More information is available at *http://s-601-tsdweb.gsc.nrcan.gc.ca:80/adaptation/main.htm*.

Examples of research in support of adaptation include the following.

Slope stability. Geomorphic processes, including slope processes, are climate dependent. Indeed, some forms of slope movement, ranging from soil creep to slope failure, are climate driven. Effective adaptation strategies to avoid potential climate change impacts linked to slope stability must be based on an understanding of spatial variability, dynamics, and relation to climate.

Storms, sea-level rise, and coastal erosion. Canada is studying rapidly changing coastal systems in Atlantic Canada, where rising sea levels contribute to widespread shoreline erosion and landward coastal retreat. Seabed mapping has revealed former lakes and rivers in the Northumberland Strait, drowned shorelines off Newfoundland, and submerged estuaries off Nova Scotia. Recent studies provide clear evidence of episodic sea-level rise and coastal change.

As part of Canada's efforts to assess the potential of various environments to capture and sequester carbon dioxide, geoscientists are developing a model for estimating the amount of carbon stored in Canadian peatlands and forests.

Canada is also conducting research in support of adaptation to climate change, including decisions about land use. For example, geoscientists are studying slope stability in order to delineate high hazard areas so that they can be avoided or so that structures (e.g., pipelines and railways) can be designed to address the hazard. Severe storm impacts are being documented along the Nova Scotia coast to improve hazard assessment and mapping. Scientists are working with local governments and industry to assess the potential sensitivity of buildings in the town of Norman Wells, Northwest Territories, to permafrost thaw due to future climate change. With this information, municipal planners will be better able to plan changes to their infrastructure replacement and building guidelines in order to adapt to climate change.

Biodiversity

The earth sciences contribute to the conservation and sustainable use of biological resources by providing knowledge and technologies that

support stewardship practices aimed at reducing environmental impacts and increasing the efficiency of natural resource development and use. In addition, GPS and GIS assist wildlife management, including the protection of species at risk. GPS can track the movement of wildlife, from individual animals to entire herds. GIS technology is used to map wildlife movements, as well as changes in wildlife habitat (e.g., wetlands and forests). This information is usefully applied in land use decision making to avoid land use practices that destroy or degrade wildlife habitat.

Natural Hazards and Emergencies

Natural disasters occur regularly in Canada, sometimes with devastating effects. They include earthquakes, floods, landslides, shifts in permafrost distribution, tornadoes, wildfires, and avalanches. Natural hazards constrain land use and economic development and jeopardize public safety. The earth sciences play a role in natural hazard monitoring, assessment, and research. They also contribute to mitigation policies, information services, and emergency response mapping.

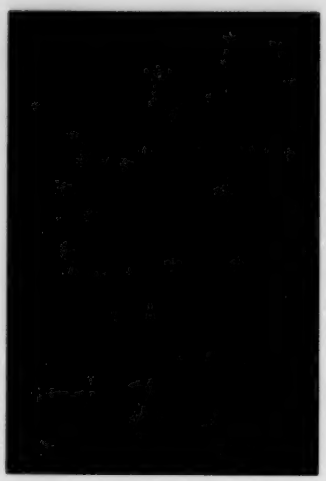
In conjunction with partners across the country, the Government of Canada maintains and operates national networks, observatories, and surveillance programs on natural hazards and emergencies. These mechanisms provide risk assessments and information for policy, risk management, and mitigation advice. They are also used to alert appropriate provincial, national, and international agencies and the Canadian public to imminent dangers and assist in the response to disasters and emergencies by providing near real-time assessments of situations as they develop.

Knowledge of basic geological processes and conditions is essential to managing aquifers in a sustainable manner; assessing and addressing natural hazards, such as landslides and earthquakes; evaluating changes in environmental quality, such as those related to the release of metals in the environment; and studying the climate system, which is important for addressing climate change. Learn more at http//www.nrcan.gc.ca/gsc/index_e.html

Earth science organizations in Canada provide vital information for land use decision makers, including work related to slope stability, flooding, and permafrost. Geoscientists are studying landslides to determine their cause and effect with a view to identifying hazard areas and thereby contributing to safe land management practices in sensitive areas. For example, a major inventory of landslides has been compiled for most of Yukon. Because regions where a significant number of landslides have occurred are also the most susceptible to future landsliding, this compilation will help identify hazardous areas. It will be of benefit in the planning of transportation and pipeline routes and coastal facilities, and in the assessment of environmental risk.

The long-term flooding history of the Red River in southern Manitoba and the geological controls relevant to the flooding are being investigated as part of an effort to upgrade flood protection in this area. This research will provide a basis for assessing risks and will support decision making on appropriate long-term remediation measures and land use.

Geoscientists are also studying the permafrost that underlies more than half of Canada and its impact on Canadian development. As part of this work, models are being developed to quantify the risk to oil and gas infrastructure associated with permafrost degradation and slope movement and to analyze the mechanisms that transport contaminants from industrial waste sites in permafrost.



Red River flood, southern Manitoba, 1997. *Photo credit: Geological Survey of Canada.*

Partnerships

Each of the federal, provincial, and territorial governments requires capacity in geoscience and geomatics to fulfil its legal mandates. These governments discuss matters of mutual concern and formulate joint action plans related to the geosciences through the National Geological Surveys Committee. An Intergovernmental Geoscience Accord (IGA) was established in 1996 to define the complementary roles and responsibilities of the federal, provincial, and territorial levels of government. The accord defines the principles of cooperation to optimize the use of resources and established mechanisms to maximize collaboration in the area of geoscience. A renewed IGA is expected to be finalized by September 2001. The formalization of this accord confirms the need for collaboration on national and regional priorities. The Canadian Council on Geomatics is the senior federal, provincial, and territorial consultative body for geographic information management. GeoConnections is an example of an initiative where national consultation resulted in governments taking a participatory role in developing a geospatial information system. A GeoConnections National Accord, which is under development, will provide shared responsibility on national geospatial initiatives.

The governments in Canada work closely with the private sector and universities in the areas of geomatics and geoscience. GeoInnovations is a component of the federal government's GeoConnections program that promotes government–private sector partnerships. Geomatics for Informed Decision Making (GEOIDE) is a network aimed at linking all sectors involved in geomatics that was recently launched by Canada's Natural Science and Engineering Research Council's Networks of Centres of Excellence program. It brings together 90 researchers from universities, private sector companies, government agencies, and other organizations, and is expected to facilitate the efficient transfer of

GeoConnections

The Internet is proving to be useful in providing Canadians with the information they need to participate in decision making. Efforts are under way to improve access to earth sciences and other geographic information via the Internet. Learn more at http://www.geoconnections.org

research results into marketable knowledge and technology products in Canada.

Aboriginal Peoples

On April 1, 1999, a newly created territory called Nunavut dramatically changed the map of Canada. Nunavut, "our land" in Inuktitut, is the traditional land of the Inuit in Canada's eastern Arctic and encompasses one fifth of Canada's land mass.

The Government of Canada is responsible for operating and maintaining a legal land survey system on Canada Lands (Indian reserves, national parks and historic sites, and the northern territories) and Canada's offshore. These lands, which encompass more than half of Canada, are inhabited mostly by Aboriginal people. A sound property rights infrastructure is fundamental to orderly sustainable development.

A key priority of the federal, territorial, and community governments is to empower rural, remote, and Aboriginal communities in order to increase their capacity and their ability to participate directly in shaping their own future. This goal can be achieved, in part, by providing communities with the skills, information, and tools to strengthen decision making in sustainable development, including integrating the management and planning of land resources.

As part of its responsibilities for the Canada Lands Survey System, the Government of Canada is working to establish a legal survey framework within the context of a property rights infrastructure that supports sustainable resource development and provides opportunities for the transfer of land-management skills and appropriate technologies to Aboriginal peoples.

Through the Sustainable Communities Initiative and other initiatives, the federal government is further working to build the capacity of rural, remote, and Aboriginal communities to use geoscientific and geospatial information for decision making with regard to land use, resource management, and sustainable development. The Sustainable Communities Initiative, together with its partners, is assisting Canadian communities to build their capacity to plan and make decisions by providing access to information on natural resources and socioeconomic issues via the Internet. A pilot project is under way with the Montreal Lake Cree Nation in Saskatchewan to monitor the movement and habitat needs of elk and to incorporate this knowledge into forest management plans. The aim is to reintroduce elk into the Montreal Lake area. Elk hunting is an important part of local Cree culture and provides additional economic benefits through tourism. Training in the use of decision-making tools and the preparation of research reports will assist with the ongoing self-sufficiency of these activities once the pilot project ends.

As an example of another Sustainable Communities Initiative pilot project, the Walpole Island First Nation in Ontario plans to use GIS in various aspects of its management, including governance, land use

planning, identification and preservation of heritage archaeological sites, inventory planning for its sustainable forestry cooperative, and public health issues stemming from the community's water supply. This First Nation is already using GIS to record the memories of elders in relation to the geography of the reserve land.

INTERNATIONAL COOPERATION

Canada is a recognized leader in the earth sciences, and Canadian expertise is in high demand around the world. Canada is increasingly being called on to participate in international monitoring and research on issues of global importance such as climate change. For example, remote sensing scientists are contributing to the work of the International Steering Committee on Global Mapping, whose objective is to provide a consistent set of geospatial databases in support of national and international studies of climate change. Canada is also participating in the development of a World Minerals Database Project aimed at constructing and maintaining digital databases of global geology and mineral deposits.

Canada works with other countries on geoscientific research of mutual benefit, such as with Japan and the United States on the analysis of earthquake hazards and gas hydrates. In conjunction with the United States and Mexico, Canada has developed a North American hazard map.

Canada undertakes a wide range of initiatives aimed at building the earth sciences capacity of other nations. As an example, Canada is involved in a project aimed at providing the knowledge base for mineral exploration in a remote part of the Andes and has contributed to technology sharing and capacity building in several South American countries. Through GlobeSAR 1 and GlobeSAR 2 programs, Canada recently launched several initiatives to expand the application of radar data (a form of remote sensing), increasing the utility of this information for users and transferring technology, in particular to developing countries. Dozens of different projects have been undertaken through these GlobeSAR initiatives, many of them in agriculture. Under the GlobeSAR 1 program, airborne radar data have provided useful crop management information about rice type, growth stages, and acreages for an area in the south of China.

International Remote-Sensing Activities

With a focus on training and technology transfer, Canada has a program that builds radar remote-sensing capacity in participating countries. This program provides the opportunity for participants to develop an understanding and use of RADARSAT data in areas such as planning and resource management. It also supports the establishment of linkages between Canadian public and private sector organizations and their counterparts in the host countries. Several countries in Latin America and South America have already profited from the program.

Since 1972, Canada has participated in almost all major international remote-sensing satellite programs through the reception, processing, and archiving of North American data at the Canadian ground stations. In some cases, Canada has developed the technology to support these programs internationally. As well, in cooperation with international agencies, Canada continues to develop exciting and important new applications with global impact using remote sensing data and technology.

THE PATH FORWARD

There is growing recognition of the contribution that the earth sciences can make to public and private sector decision making. As Canada addresses the challenge of sustainable development in the face of ex-

panding local and global demand for land resources and increasingly complex environmental issues, there will be greater need for earth science information.

Canada is experiencing a rapid evolution and convergence of information and communication technologies. This, coupled with the expanding capability of satellites to transform how humans view and measure the earth and locate themselves, is having a major impact on how earth sciences information is acquired and delivered. The number of individuals and organizations requiring information generated by earth sciences is expected to increase in the future. This is due, in part, to better access to information via the Internet and a shift toward governance where citizens and communities play a stronger role.

Using a multidisciplinary partnership approach, Canada is working to improve the understanding of Canada's land mass required for sustainable development, to enhance the access to integrated earth sciences and other geospatial information, and to facilitate land use decision making through the provision of technologies. A major challenge is to ensure that the scientific and technical capacity in governments, universities, and the private sector expands to keep pace with the growing demand.

SELECTED READINGS

Energy, Mines and Resources Canada. 1991. The Science of Change: Environmental Geoscience at the Geological Survey of Canada. Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

Government of Canada. [1999.] Canada's Perspective on Climate Change: Science, Impacts and Adaptation. Available on the Internet at *http://www.ec.gc.ca//cc/CoP5 sia/index_e.htm*

McNairn, H., and R.J. Brown. 1999. Remote Sensing in Support of Crop Management. Paper presented at the United Nations/China/European Space Agency (ESA) Conference on Space Application for Promoting Sustainable Agriculture, Beijing, China, 14–17 September 1999. Natural Resources Canada, Canada Centre for Remote Sensing, Ottawa. Available on the Internet at *http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/ref/bibpdf/4708.pdf*

Natural Resources Canada. 1996. The Minerals and Metals Policy of the Government of Canada: Partnerships for Sustainable Development. Natural Resources Canada, Ottawa. Available on the Internet at *http://www.nrcan.gc.ca/mms/ sdev/mmp-e.pdf*

———. 1998. Background Paper on Land Access, Protected Areas and Sustainable Development. Natural Resources Canada, Ottawa. Available on the Internet at *http://www.nrcan.gc.ca/mms/pubs/land-e.pdf*

———.1999. Geological Survey of Canada: 1998-1999. Natural Resources Canada, Ottawa.

———. 1999. A Tradition in Innovation: Geomatics Canada 1998-1999. Natural Resources Canada, Ottawa.

Whitehorse Mining Initiative Leadership Council. 1994. The Whitehorse Mining Initiative Leadership Council Accord, Final Report. The Mining Association of Canada, Ottawa. Available on the Internet at *http://www.nrcan.gc.ca/mms/sdev/ accord.pdf*

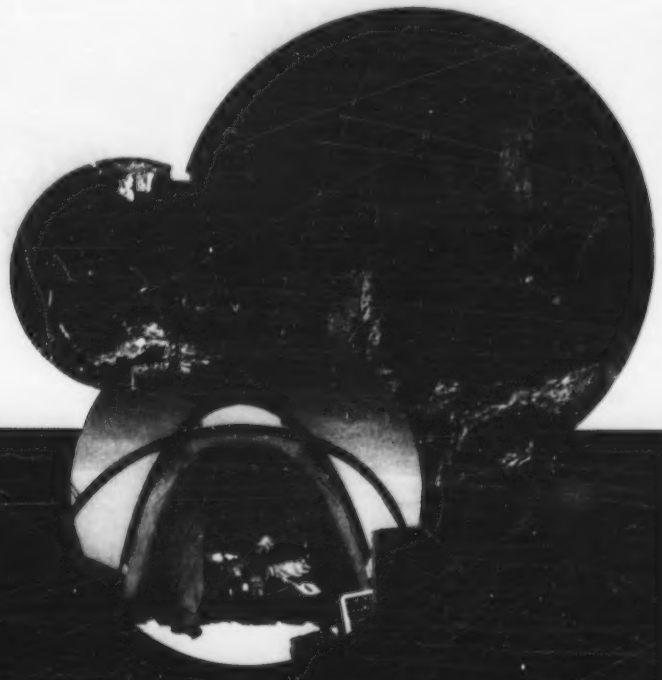
WEB SITES

Agriculture and Agri-Food Canada:
http://www.agr.ca
Arctic Council:
http://www.arctic-council.usgs.gov
Atlantic Coastal Action Program:
http://www.ns.ec.gc.ca/community/acap/index_e.html
Canada Mortgage and Housing Corporation:
http://www.cmhc-schl.gc.ca
Canadian Biodiversity Information Network:
http://www.cbin.ec.gc.ca/Biodiversity
Canadian Council of Ministers of the Environment:
http://www.ccme.ca
Canadian Council on Ecological Areas:
http://www.cprc.uregina.ca/ccea
Canadian Environmental Network:
http://www.cen.web.net
Canadian Museum of Nature:
http://www.nature.ca
The Canadian Pollution Prevention Information Clearinghouse:
http://www.ec.gc.ca/cppic
Canadian Wildlife Federation:
http://www.cwf-fcf.org
Canadian Wildlife Service:
http://www.ec.gc.ca/cws-scf/cwshom_e.html
CEONet:
http://ceonet.ccrs.nrcan.gc.ca
Commission for Environmental Cooperation:
http://www.cec.org
Department of Foreign Affairs and International Trade:
http://www.dfait-maeci.gc.ca
Earth Sciences Sector — Natural Resources Canada:
http://www.nrcan.gc.ca/ess
Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN):
http://www.cciw.ca/eman/intro.html
Environment Canada:
http://www.ec.gc.ca
The Evergreen Foundation:
http://www.evergreen.ca
Federation of Canadian Municipalities:
http://www.fcm.ca
Fisheries and Oceans:
http://www.ncr.dfo.ca
Fraser River Action Plan:
http://www.pyr.ec.gc.ca/ec/frap/index.html
GeoConnections:
http://www.geoconnections.org
Geological Survey of Canada — Natural Resources Canada:
http://www.nrcan./gc.ca/gsc
Geomatics Canada — Natural Resources Canada:
http://www.geocan.nrcan.gc.ca
Georgia Basin Ecosystem Initiative:
http://www.pyr.ec.gc.ca/GeorgiaBasin/gbi_eIndex.htm
Global Climate Change:
http://www.climatechange.gc.ca
Government of Alberta:
http://www.gov.ab.ca
Government of British Columbia:
http://www.gov.bc.ca
Government of Canada:
http://www.gc.ca
Government of Manitoba:
http://www.gov.mb.ca
Government of New Brunswick:
http://www.gov.nb.ca
Government of Newfoundland and Labrador:
http://www.gov.nf.ca
Government of the Northwest Territories:
http://www.gov.nt.ca
Government of Nova Scotia:
http://www.gov.ns.ca
Government of Nunavut:
http://www.gov.nu.ca
Government of Ontario:
http://www.gov.on.ca
Government of Prince Edward Island:
http://www.gov.pe.ca
Government of Quebec:
http://www.gouv.qc.ca/XmlDev/Site/Dhtml/Anglais/IndexA.html
Government of Saskatchewan:
http://www.gov.sk.ca
Government of Yukon:
http://www.gov.yk.ca
Health Canada:
http://www.hc-sc.gc.ca
Indian and Northern Affairs Canada:
http://www.inac.gc.ca
Industry Canada:
http://www.ic.gc.ca
International Development Research Centre:
http://www.idrc.ca/en
International Institute for Sustainable Development:
http://iisd1.iisd.ca
International Joint Commission:
http://www.ijc.org
Man and the Biosphere Canada/MAB Program:
http://www.cciw.ca/mab/intro.html
Metals in the Environment Research Network:
http://www.uoguelph.ca/cntc/mite
The Mining Association of Canada:
http://www.mining.ca

Ministère de l'Environnement du Québec:
http://www.menv.gouv.qc.ca/index-en.htm
National Atlas of Canada Online:
http://www.atlas.gc.ca
National Round Table on the Environment and the Economy:
http://www.nrtee-trnee.ca
National Water Research Institute:
http://www.cciw.ca/nwri-e/intro.html
Natural Resources Canada:
http://www.nrcan.gc.ca
The North American Waterfowl Management Plan (NAWMP):
http://www.wetlands.ca/nawcc/nawmp
North American Wetlands Conservation Council (Canada):
http://www.wetlands.ca/nawcc
Northern River Basins Study:
http://www.gov.ab.ca/ENGLISH/WATER/SCIENCE/nrbs95.html
Ontario's Niagara Escarpment:
http://www.escarpment.org
Our Great Lakes:
http://www.cciw.ca/glimr/intro-e.html
Polar Continental Shelf Project:
http://polar.nrcan.gc.ca
Ramsar Convention on Wetlands:
http://iucn.org/themes/ramsar
SDinfo:
http://www.sdinfo.gc.ca
St. Lawrence Vision 2000 Action Plan:
http://www.slv2000.qc.ec.gc.ca/slv2000/english/indexeng.htm
The State of Canada's Environment Infobase:
http://www1.ec.gc.ca/~soer
Statistics Canada:
http://www.statcan.ca
Survey on the Importance of Nature to Canadians:
http://www.ec.gc.ca/nature
Transport Canada:
http://www.tc.gc.ca
The Wetlands Network:
http://www.wetlands.ca

Land cover map of Canada showing the distribution of land cover types based on 1995 satellite data. More information is available at *http://otter.ccrs.nrcan.gc.ca:80/ccrs/comvnts/rsic/2701/2701rs4e.html*. *©Government of Canada*

La contribution des sciences de la Terre à la gestion durable des ressources et des terres



Canada

La contribution des sciences de la Terre à la gestion durable des ressources et des terres

Une contribution canadienne au dialogue sur l'utilisation des terres qui se tiendra durant la huitième session de la Commission du développement durable des Nations Unies, du 24 avril au 5 mai 2000

Ottawa, Canada
2000

Collection Monographies sur le développement durable au Canada

L'aménagement forestier durable, monographie n° 1

Le transport durable, monographie n° 2

La protection des mers et des océans, monographie n° 3

Le développement durable : minéraux et métaux, monographie n° 4

La jeunesse canadienne : perspectives sur le développement durable, monographie n° 5

Le Canada et les eaux douces : expérience et pratiques, monographie n° 6

Les océans du Canada : expérience et pratiques, monographie n° 7

Assurer l'avenir du milieu rural : le développement rural et l'agriculture durable au Canada, monographie n° 8

L'aménagement forestier durable : un engagement soutenu au Canada, monographie n° 9

L'industrie des minéraux et des métaux : vers un avenir durable, monographie n° 10

Les peuples autochtones et le développement durable dans l'Arctique canadien, monographie n° 11

La contribution des sciences de la Terre à la gestion durable des ressources et des terres, monographie n° 12

Leçons de la nature : l'approche écosystémique et la gestion intégrée des terres au Canada, monographie n° 13

Accessibles sur Internet sur la Voie verte d'Environnement Canada (http://www.ec.gc.ca).

* * * * * * * * * * * *

Un nombre restreint d'exemplaires de cette publication est disponible gratuitement aux endroits suivants :

Service de renseignements
Ministère des Affaires étrangères et
du Commerce international
125, promenade Sussex
Ottawa (Ontario) K1A 0G2

Téléphone : 1 800 267-8376 (sans frais partout au Canada)
(613) 944-4000
Télécopieur : (613) 996-9709
Courriel : sxci.enqserv@extott09.x400.gc.ca

Chris Vodden
Agent de communication
Secteur des sciences de la Terre
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth, bureau 244
Ottawa (Ontario) K1A 0E8

Téléphone : (613) 995-3084
Télécopieur : (613) 995-3082

Également accessible sur Internet sur le site Web de Ressources naturelles Canada (http://www.nrcan.gc.ca/ess).

Des exemplaires de la présente ont été mis à la disposition des bibliothèques universitaires, collégiales et publiques par l'entremise du Programme des services de dépôt.

Photos de la page couverture : photothèque de Ressources naturelles Canada.

©Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2000
N° de cat. E2-136/13-2000
ISBN 0-662-64832-3

Imprimé sur du papier recyclé.

Table des matières

AVANT-PROPOS v

INTRODUCTION — LES RÉGIONS DU CANADA 1
- Les régions écologiques du Canada 1

LES SCIENCES DE LA TERRE 5

GESTION DURABLE DES TERRES ET DES RESSOURCES 6
- Application des sciences de la Terre au développement durable 6
  - Agriculture 6
  - Forêts 8
  - Minéraux et énergie 8
  - Eaux souterraines 9
- Problèmes environnementaux 9
  - Études et surveillance de l'environnement 9
  - Changement climatique 11
  - Biodiversité 13
- Risques naturels et urgences 13
- Partenariats 14
- Peuples autochtones 15

COLLABORATION INTERNATIONALE 16

PERSPECTIVES 17

LECTURES RECOMMANDÉES 18

SITES WEB 19

Avant-propos

À l'occasion de sa huitième session, au printemps 2000, la Commission du développement durable (CDD) des Nations Unies fera le point sur les progrès accomplis dans le monde relativement au chapitre 10 d'Action 21, « Conception intégrée à la planification et à la gestion des terres ». Le Canada est le deuxième pays du monde en superficie; aussi, les enjeux liés à la mise en valeur durable des terres sont-ils indissociables de son histoire en plus d'être essentiels à son bien-être futur. En guise de contribution au dialogue sur l'utilisation des terres, le Canada a produit une série de six monographies dans lesquelles il décrit son expérience et fait état des défis qui restent à relever en vue d'intégrer le développement durable.

L'agriculture et les forêts seront des thèmes particuliers au programme de la CDD-8. Reconnu à travers le monde pour son blé des prairies, le Canada pratique des méthodes d'agriculture durable qui, à l'instar des autres utilisées à l'étranger, ont des répercussions mondiales. Dans sa première monographie, le Canada relate son expérience dans le domaine de l'agriculture durable. Tout comme les prairies, les immenses forêts et le paysage accidenté du Bouclier canadien riche en minéraux sont des symboles distinctifs du Canada. Pour cette session de la CDD, le Canada a actualisé les monographies sur les forêts et sur les minéraux et métaux qu'il avait produites en prévision de l'examen quinquennal d'Action 21 en 1997.

La mise en valeur durable des régions arctiques présente de formidables défis au Canada comme dans les autres pays qui partagent ces régions circumpolaires. Le Canada s'emploie d'ailleurs à relever ces défis en collaborant avec les peuples autochtones et les gouvernements des territoires, dont le tout nouveau territoire du Nunavut qui a été créé le 1er avril 1999. De concert avec les autres pays membres du Conseil de l'Arctique, il cherche des moyens de faire mieux comprendre au monde l'impact des activités du Sud sur l'environnement sensible de l'Arctique. À cet égard, il a préparé une monographie traitant du développement durable et des peuples autochtones dans l'Arctique canadien.

Pour réussir à mettre en œuvre une politique de développement durable, il est essentiel de bien saisir la nature des enjeux en cause. Dans cette quête du savoir, on ne saurait sous-estimer le rôle de la science. Le Canada a élaboré deux autres monographies portant sur cette question. L'une d'elles donne un aperçu des applications des sciences de la Terre dans la collecte et l'interprétation de données scientifiques qui contribuent à l'établissement de politiques. Dans l'autre, le Canada conclut sa série de monographies pour la CDD-8 en examinant l'expérience qu'il a acquise au sujet d'une approche écosystémique visant l'élaboration de principes du développement durable.

La présente monographie examine comment les sciences de la Terre au Canada contribuent à la gestion durable et intégrée des terres et des ressources en produisant, analysant et diffusant de l'information qui s'avère essentielle au processus décisionnel sur l'utilisation des terres à l'échelle locale, régionale ou mondiale. Les sciences de la Terre revêtent une importance cruciale pour la prise de décisions judicieuses sur la mise en valeur durable des terres et des ressources et ce, pour plusieurs raisons importantes. Premièrement, il est impossible de gérer

l'inconnu. Deuxièmement, le Canada fait face à des contraintes toujours plus grandes et conflictuelles en ce qui concerne l'utilisation des terres. Troisièmement, les données scientifiques sont partie intégrante de l'élaboration de politiques efficaces de prévention, d'atténuation ou de résolution à l'égard d'enjeux d'envergure planétaire (comme le changement climatique, l'eau, la pollution transfrontalière et les risques naturels). Et quatrièmement, l'application créative des technologies géoscientifiques modernes enrichit les Canadiens et leur permet d'intégrer les principes du développement durable dans leurs décisions sur l'utilisation des terres de façon à en tirer parti et à en faire profiter les Canadiens de demain.

Pour le Canada, la meilleure façon de représenter le développement durable est de le comparer à un voyage et non à une destination. Les monographies présentées ci-dessus, ainsi que les autres déjà parues dans la collection Monographies sur le développement durable au Canada, constituent des étapes de ce voyage. Nous vous invitons à vous joindre à nous pour partager notre expérience.

La contribution des sciences de la Terre à la gestion durable des ressources et des terres

INTRODUCTION — LES RÉGIONS DU CANADA

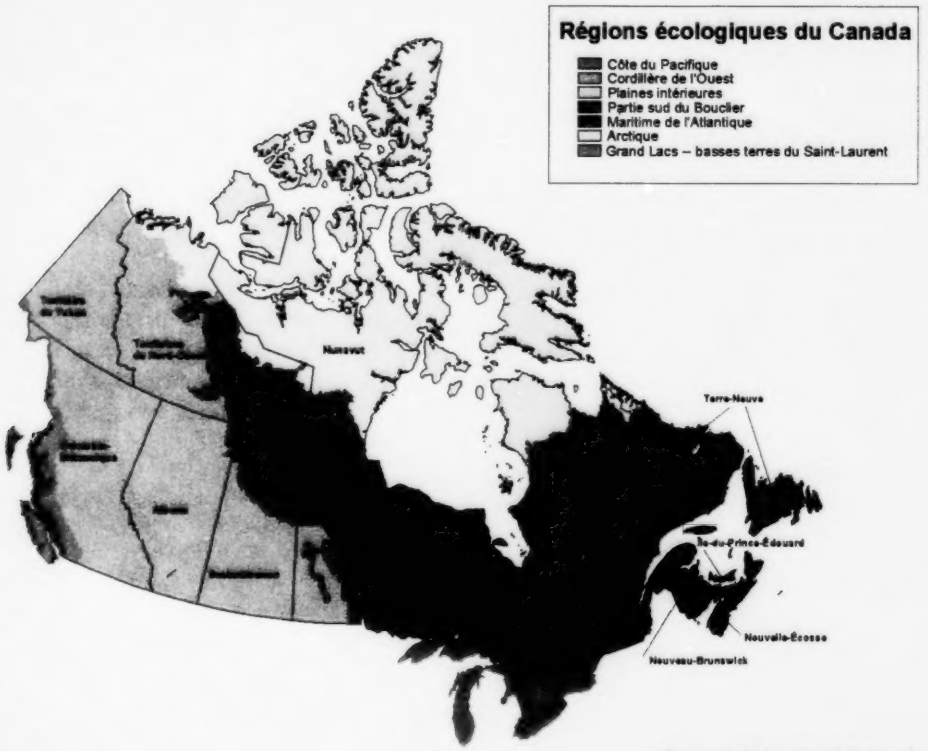
Il faut comprendre parfaitement la masse continentale du Canada et ses zones extracôtières pour en assurer l'essor économique, la sécurité publique, la protection de l'environnement et la souveraineté nationale. Voilà en partie la mission qu'ont à remplir les sciences de la Terre. En regroupant l'expertise concernant les levés, la cartographie, la télédétection, les systèmes d'information géographiques, le Système de positionnement global et la recherche géoscientifique, les sciences de la Terre contribuent à faire mieux comprendre les processus naturels, l'importance de la richesse naturelle et l'impact des activités humaines sur la Terre. Ce n'est pas une mince tâche, car le Canada, qui occupe la moitié septentrionale du continent nord-américain, est le deuxième pays du monde, en superficie, avec 9 984 000 kilomètres carrés. D'autant plus qu'il faut tenir compte de la diversité des régions physiographiques, géologiques et climatiques ainsi que des régions de végétation que l'on retrouve nécessairement dans un pays de cette taille.

Le Canada est avant tout un pays nordique avec sa masse continentale qui s'étend des latitudes moyennes (le point le plus au sud se situe à 42 degrés de latitude Nord) jusqu'à 800 kilomètres du pôle Nord. En raison de la distribution des régimes climatiques et des sols, seule la bordure méridionale du pays est occupée d'est en ouest. Presque toute la population vit à moins de 300 kilomètres de la frontière sud, le long d'une bande plus ou moins ininterrompue qui s'étend de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique.

En divisant le Canada en régions, il importe de signaler que son découpage politique en provinces et en territoires constitue en soi un grand ensemble de régions. Le Canada est une fédération, ce qui signifie que ses dix provinces (et, dans une moindre mesure, ses trois territoires) gèrent pour une bonne part leurs propres affaires, notamment leurs ressources naturelles.

Les régions écologiques du Canada

Les entités politiques sont parfois regroupées en un plus petit nombre de régions distinctes. On trouvera ci-après la description des régions écologiques, c'est-à-dire leur situation géographique, leurs caractéristiques et leur économie, ainsi que les activités qu'on y mène en rapport avec les ressources naturelles. Dans plusieurs de ces régions, l'économie tire parti des ressources qui se trouvent dans les zones extracôtières adjacentes.



Source : L'Atlas national du Canada

La région de la **côte du Pacifique** correspond à l'écozone Maritime du Pacifique. Il s'agit d'une région presque entièrement montagneuse, qu'on pourrait assimiler à la Cordillère de l'Ouest; toutefois, en raison du climat si particulier qui baigne cette côte, on la considère habituellement comme une région distincte. Elle bénéficie du climat le plus tempéré du Canada grâce aux courants marins chauds. C'est également la région du pays où les précipitations sont les plus abondantes. Ces deux aspects en font la région forestière la plus productive du pays. La zone boisée est, en majeure partie, une forêt pluviale tempérée, réputée pour ses énormes conifères, notamment ses sapins de Douglas. La région compte aussi quelques étendues de terres agricoles, mais l'économie a toujours été axée sur la forêt et ses industries connexes de même que sur le commerce avec les pays du littoral du Pacifique.

La région de la **Cordillère de l'Ouest** comporte trois écozones : la Cordillère montagnarde, la Cordillère boréale et la Taïga de la Cordillère. Elle englobe presque entièrement la Colombie-Britannique et le Yukon, et une petite partie de l'Alberta. Cette région se distingue par les chaînes de montagnes qui la traversent du nord au sud. À l'ouest, la chaîne Côtière forme un rempart sur presque 1 500 kilomètres, tandis qu'à l'est, se dressent les chaînes presque ininterrompues des montagnes Rocheuses et des monts Mackenzie.

De plus, la région se prête à une foule d'activités, la plupart tributaires des ressources naturelles. La majeure partie de la région est boisée, de sorte qu'elle abrite une très importante industrie forestière qui est présente presque partout en Colombie-Britannique. (En volume, cette province produit environ 40 p. 100 de tout le bois du pays.) La Cordillère de l'Ouest recèle également d'abondantes ressources énergétiques et minérales; le long de sa bordure orientale, ce sont surtout des ressources énergétiques, tels le charbon ou les hydrocarbures, tandis qu'ailleurs, ce sont surtout des métaux.

La région des **Plaines intérieures** est également formée de trois écozones (du sud au nord) : les Prairies, les Plaines boréales et la Taïga des plaines. Elle couvre quatre provinces et deux territoires, mais elle est concentrée dans les provinces des Prairies, soit l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba.

Les types de peuplement et la structure économique de la région varient énormément du sud au nord. C'est dans le sud que l'on trouve la majorité des terres agricoles du Canada; à eux trois, l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba comptent 286 000 kilomètres carrés de terres cultivables, soit 82 p. 100 des 349 000 kilomètres carrés de surfaces cultivables qui existent au Canada. Ces terres sont principalement situées dans une zone de terre sèche dont les meilleurs sols (chernozem, ou terre noire) forment une bande qui traverse l'Alberta en direction nord jusqu'à Edmonton, pour emprunter ensuite une trajectoire sud-est jusqu'à Winnipeg, au Manitoba. Les Prairies sont connues partout dans le monde pour leur production de blé et d'autres grains, et presque tout autant pour leur boeuf et leurs autres animaux d'élevage.

C'est également dans les Prairies que se trouvent la majeure partie des ressources énergétiques du Canada. L'Alberta, en particulier, a de vastes réserves pétrolières et gazières de même que de grandes étendues de sables bitumineux. La Saskatchewan et la Colombie-Britannique produisent également du pétrole et du gaz. Les trois provinces disposent de vastes ressources houillères, qui alimentent le marché des exportations et servent à la production d'électricité au pays. La partie septentrionale des Plaines intérieures est relativement éloignée et sa population, clairsemée; toutefois, la partie située dans les Territoires du Nord-Ouest compte la majorité des habitants de ce territoire.

L'entité géologique la plus distinctive du Canada est le Bouclier canadien, qui enserre la baie d'Hudson et couvre près de la moitié du pays. C'est dans la **partie sud du Bouclier** qu'il est le plus densément boisé. Il n'y a pas d'arbres dans la moitié nord du Bouclier, que l'on assimile à la région arctique. La partie sud du Bouclier est formée de trois écozones : le Bouclier boréal, la Taïga du Bouclier et les Plaines hudsoniennes.

Si elle compte peu de terres agricoles, la partie sud du Bouclier est par contre très bien pourvue en ressources, avec ses vastes zones forestières et ses ressources minérales qui donnent naissance à de nombreuses villes vivant de l'industrie extractive et de celle de transformation du bois. Le

terrain forestier où l'on produit du bois d'oeuvre occupe dans cette région une superficie de 1 178 000 kilomètres carrés, soit 48 p. 100 des 2 446 000 kilomètres carrés de forêts du Canada. Le pourtour sud (le Bouclier boréal) est boisé sur presque toute sa longueur et recèle la majorité des terres forestières de la région. En 1998, cette région a aussi produit plus de 75 p. 100 des métaux du Canada, surtout de l'or, du cuivre, du minerai de fer, du nickel et de l'uranium. C'est également dans la partie sud du Bouclier que se trouvent les principaux réservoirs hydroélectriques du Canada.

Cette région comporte une zone qui, en principe, ne fait pas partie du Bouclier, mais qui s'en rapproche beaucoup par ses caractéristiques physiques. Il s'agit de l'île de la province de Terre-Neuve. À part quelques étendues boisées, la terre y est stérile. Par contre, les bancs de pêche au large de ses côtes ont été les toutes premières ressources naturelles découvertes au Canada, ce qui a amené des habitants à s'installer le long des côtes de l'île. D'une richesse inouïe, les bancs de pêche ne sont plus aussi productifs qu'ils l'ont déjà été en raison de divers facteurs, tant humains que naturels. Cependant, le Canada exerce sur eux une surveillance attentive pour assurer la viabilité de la pêche. Ces dernières années, d'autres ressources naturelles ont gagné en importance à Terre-Neuve, plus particulièrement les hydrocarbures extracôtiers.

La région **Maritime de l'Atlantique** coïncide avec l'écozone Maritime de l'Atlantique. Elles englobent toutes deux les trois provinces Maritimes (le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard) et une bonne partie de la province adjacente, le Québec. La chaîne des Appalaches est un élément commun qui occupe toute la région.

Le relief est varié; il s'y découpe de basses montagnes, des collines et des vallées à perte de vue, sauf à l'Île-du-Prince-Édouard, qui est une zone au relief plat où l'on pratique l'agriculture. À cette exception près, il y a peu de zones agricoles dans la région. L'économie y est plutôt fondée sur les forêts, la pêche, le secteur manufacturier et les services gouvernementaux. On y trouve des ressources minérales, la plus récente découverte étant un gisement de gaz naturel au large de la Nouvelle-Écosse.

Située à l'extrême sud du Canada, la région des **Grands Lacs – basses terres du Saint-Laurent** est une zone minuscule qui abrite plus de la moitié de la population du Canada. Cette région compte presque toute la population de l'Ontario et la majorité de celle du Québec. Elle correspond à l'écozone des Plaines à forêts mixtes.

La région jouit du climat qui convient le mieux à l'agriculture au Canada et renferme une partie considérable des bonnes terres agricoles, ce qui explique qu'elle dispute aux Prairies le titre de premier producteur agricole du pays. Il s'y pratique cependant une agriculture bien différente. En raison de sa forte population, la majeure partie de sa récolte est consommée sur place, de sorte que son agriculture est dominée par la production laitière et l'élevage, plutôt que par la culture des céréales. Quant aux Prairies, elles destinent surtout leur production aux marchés d'exportation.

Le secteur manufacturier et les industries de services constituent néanmoins les piliers de l'économie de la région. On y trouve les deux plus grandes villes du Canada, Toronto et Montréal, de même que de nombreux grands centres manufacturiers et d'autres centres urbains, dont Ottawa, la capitale nationale. La région a toujours fourni la majorité des biens manufacturés du pays, ce qui demeurera sans doute le cas puisqu'elle avoisine le coeur industriel des États-Unis.

L'**Arctique** est une région qui compte trois écozones : le Bas-Arctique, le Haut-Arctique et la Cordillère arctique. Située entièrement au nord de la ligne des arbres, il s'agit d'une région à la géologie extrêmement variée puisque le Bouclier canadien occupe plus de la moitié de sa superficie.

Cette région se trouve surtout au Nunavut, mais elle couvre aussi une bonne partie des Territoires du Nord-Ouest de même que des parties à l'extrême nord du Québec et de Terre-Neuve. Elle ne compte qu'environ 50 000 habitants et se distingue par le fait qu'il s'agit presque tous d'Autochtones, et surtout d'Inuits. Ces gens peuplent la région depuis des milliers d'années et tirent principalement leur subsistance des ressources marines. Plus récemment, on y a découvert d'importantes ressources minérales et énergétiques qui, dans certains cas, ont été mises en valeur. Les plus récents projets de mise en valeur visent à exploiter le dernier minéral découvert jusqu'ici au Canada, le diamant.

LES SCIENCES DE LA TERRE

Les sciences de la Terre se divisent en deux grands domaines : les géosciences et la géomatique. Les géosciences, dont l'objectif est de définir les caractéristiques de la Terre et de comprendre les processus qui l'animent, englobent certains aspects des disciplines de la chimie, de la physique et de la biologie. Il s'agit des sciences qui étudient la croûte terrestre, ses composantes, leurs relations et les changements dont elles sont le siège. La géomatique se définit comme l'ensemble des sciences et des technologies qui interviennent dans la collecte, l'analyse et l'application de l'information géographique. Elle intègre les connaissances spécialisées sur les levés, la cartographie, la télédétection, les systèmes d'information géographiques (SIG) et le Système de positionnement global (GPS) pour créer des images détaillées, mais faciles à comprendre, du monde physique qui entoure les êtres humains et de la place qu'ils occupent.

L'information géoscientique aide les gouvernements à s'acquitter de leur mandat et le secteur privé à prendre ses décisions d'investissement et à exercer ses activités au pays et à l'étranger. Au Canada, la collectivité géoscientifique se caractérise par des partenariats, des réseaux et des alliances stratégiques entre gouvernements, universités et entreprises du secteur privé. Elle collabore également avec la collectivité internationale. Cette collaboration se justifie par la complexité croissante des problèmes et enjeux et l'importance de la synergie et de l'entraide au sein de la communauté nationale et internationale des sciences et de la technologie, de même que par les contraintes d'ordre budgétaire.

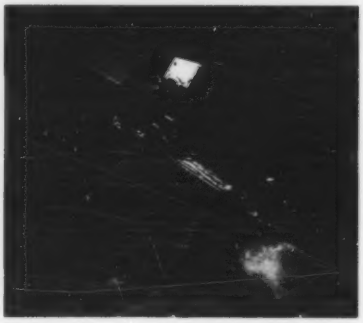
Un nouveau secteur de technologie

La géomatique est un des secteurs de technologie qui ont connu l'essor le plus rapide dans les années 1990 et où le Canada s'est vite affirmé comme un leader. L'industrie canadienne de la géomatique est reconnue dans le monde entier comme un des principaux fournisseurs de logiciels, de matériel et de services à valeur ajoutée qui peuvent aider les clients à résoudre les problèmes qui se posent et à tirer parti des possibilités qui s'offrent dans divers domaines, notamment les sciences de la Terre, la gestion des infrastructures, l'environnement, la gestion des terres et la réforme cadastrale, la surveillance et la mise en valeur des ressources naturelles, la planification du développement ainsi que la gestion et la cartographie des régions côtières.

Le gouvernement du Canada est chargé de tenir à jour un système national de coordonnées qui sert de système de référence pour l'élaboration des cartes topographiques, aéronautiques et marines, la navigation, la démarcation, l'étude de la lithosphère et d'autres applications qui exigent un géoréférençage. Pour en savoir plus : http://www.geocan.nrcan.gc.ca

GESTION DURABLE DES TERRES ET DES RESSOURCES

Les sciences de la Terre contribuent de diverses façons à la gestion durable des terres et des ressources. Elles fournissent les connaissances fondamentales et les outils nécessaires pour prendre des décisions judicieuses au sujet de l'utilisation des terres. De plus, elles contribuent à la mise en valeur durable des ressources agricoles, forestières, minières et énergétiques ainsi que des ressources en eaux souterraines du Canada. Elles aident en outre à élucider d'importantes questions environnementales liées aux terres, comme le changement climatique, les métaux dans l'environnement et la préservation de la diversité biologique, ainsi qu'à mieux comprendre la nature des risques naturels et à en atténuer les incidences et celles des situations d'urgence. Le Canada contribue également à la gestion durable des terres en aidant ses collectivités autochtones et rurales à développer leurs compétences géoscientifiques et les technologies connexes.



RADARSAT-2 : lancement prévu en 2001.

Application des sciences de la Terre au développement durable

Agriculture

La télédétection a un grand nombre d'applications utiles en agriculture. On s'en sert pour classifier les types de cultures, évaluer l'état des cultures, estimer les rendements agricoles et cartographier les caractéristiques des sols de même que les pratiques de gestion des sols. Les données recueillies au moyen de radars implantés sur satellite servent également à surveiller les épisodes de sécheresse ou d'inondation, qui peuvent être lourds de conséquences pour la productivité agricole. Cette information est d'une grande utilité pour les décideurs et les analystes des organismes gouvernementaux, les bureaux de commercialisation des céréales, les détaillants de produits agricoles et les sociétés d'assurances.

La télédétection est la science qui permet d'acquérir de l'information au sujet de la surface de la Terre, sans être en contact physique avec elle. Pour en savoir plus : http://www.ccrs.nrcan.gc.ca

Le gouvernement du Canada fournit de l'information sur l'état de ses cultures céréalières grâce au Système d'information sur les récoltes. Dans le cas des régions céréalières de l'Ouest canadien, les données sont recueillies à tous les jours de la campagne agricole, d'avril à octobre, puis converties, au moyen d'un SIG, sous une forme adaptée à leurs destinataires. Mises à jour chaque semaine, elles sont diffusées sur un site Internet interactif sous forme d'images, de cartes et de données statistiques, que les abonnés peuvent consulter. Ceux-ci ont également accès à des données historiques qui leur permettent de comparer les conditions agricoles à celles des années précédentes.

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

Technologie de la télédétection

RADARSAT est un programme sophistiqué de satellite d'observation de la Terre développé par le Canada pour effectuer le suivi des changements environnementaux et contribuer à la mise en valeur durable des ressources.

Le lancement de RADARSAT-1 en 1995 a permis au Canada et au monde entier d'accéder au premier système satellite capable de produire et de livrer, en temps opportun, des données à grande échelle qui répondent aux besoins des programmes commerciaux, gouvernementaux et scientifiques. RADARSAT-1 constitue une nouvelle source fiable et économique de données pour les professionnels qui s'intéressent à l'environnement et aux ressources naturelles de par le monde. Avec une durée de vie prévue de cinq ans, RADARSAT-1 est équipé d'un radar à synthèse d'ouverture qui transmet et reçoit des signaux lui permettant d'obtenir des images de qualité au sujet de la surface de la Terre, quelles que soient les conditions météorologiques. Ces images ont déjà fait leurs preuves pour la gestion et la surveillance de l'environnement planétaire dans les domaines de la navigation dans les régions de glaces océaniques, de la cartographie, de l'exploration minière, de la surveillance maritime, des opérations de secours en cas de catastrophe, de l'agriculture et de la foresterie.

S'appuyant sur les succès de RADARSAT-1, RADARSAT-2 (dont le lancement est prévu en 2001) produira une qualité d'images supérieure afin de répondre aux besoins croissants en information d'observation de la Terre.

Le Canada possède deux stations de réception de données satellitaires à la fine pointe de la technologie. Situées au Québec et en Saskatchewan, ces stations permettent l'acquisition, le traitement et l'archivage de données d'observation de la Terre couvrant le Canada et la partie continentale des États-Unis. Un centre de commande coordonne les acquisitions des deux stations, veille à la conciliation des demandes des clients et planifie l'utilisation des divers capteurs satellitaires avec les divers organismes chargés de l'exploitation des satellites d'observation de la Terre. Ensemble, les deux stations gèrent plus de 12 000 acquisitions par année avec un taux de réussite supérieur à 99,7 p. 100.

Les sciences de la Terre contribuent également à l'agriculture et à la gestion des ressources agricoles notamment par l'élaboration de cartes géologiques des dépôts meubles, par l'étude géochimique des sols et par la caractérisation des aquifères. Ces travaux renseignent sur la distribution des métaux dans les sols et s'avèrent indispensables pour régler les problèmes de ressources en eau qui se posent en agriculture; ils aident en outre à évaluer les répercussions du changement climatique sur l'agriculture et d'autres activités humaines.

Un SIG (système d'information géographique) peut intégrer et stocker de l'information exacte sur la taille, la forme, la propriété, la taxation et l'usage des biens-fonds. Pour en savoir plus : http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Agriculture de précision

Les données à référence spatiale, ou géoréférencées, contribuent à résoudre les problèmes agricoles au niveau de la ferme. Elles peuvent ainsi augmenter la rentabilité des exploitations agricoles et permettre aux agriculteurs de mieux tenir compte des facteurs environnementaux. Issues de diverses sources allant de l'instrument de mesure sur le terrain jusqu'aux satellites, elles servent à évaluer l'état actuel des sols et des récoltes. Elles permettent en outre de suivre les variations de ces conditions dans le temps en fournissant l'information nécessaire pour intervenir presque en temps réel ou pour déterminer quels traitements

Technologie de la télédétection

RADARSAT est un programme sophistiqué de satellite d'observation de la Terre développé par le Canada pour effectuer le suivi des changements environnementaux et contribuer à la mise en valeur durable des ressources.

Le lancement de RADARSAT-1 en 1995 a permis au Canada et au monde entier d'accéder au premier système satellite capable de produire et de livrer, en temps opportun, des données à grande échelle qui répondent aux besoins des programmes commerciaux, gouvernementaux et scientifiques. RADARSAT-1 constitue une nouvelle source fiable et économique de données pour les professionnels qui s'intéressent à l'environnement et aux ressources naturelles de par le monde. Avec une durée de vie prévue de cinq ans, RADARSAT-1 est équipé d'un radar à synthèse d'ouverture qui transmet et reçoit des signaux lui permettant d'obtenir des images de qualité au sujet de la surface de la Terre, quelles que soient les conditions météorologiques. Ces images ont déjà fait leurs preuves pour la gestion et la surveillance de l'environnement planétaire dans les domaines de la navigation dans les régions de glaces océaniques, de la cartographie, de l'exploration minière, de la surveillance maritime, des opérations de secours en cas de catastrophe, de l'agriculture et de la foresterie.

S'appuyant sur les succès de RADARSAT-1, RADARSAT-2 (dont le lancement est prévu en 2001) produira une qualité d'images supérieure afin de répondre aux besoins croissants en information d'observation de la Terre.

Le Canada possède deux stations de réception de données satellitaires à la fine pointe de la technologie. Situées au Québec et en Saskatchewan, ces stations permettent l'acquisition, le traitement et l'archivage de données d'observation de la Terre couvrant le Canada et la partie continentale des États-Unis. Un centre de commande coordonne les acquisitions des deux stations, veille à la conciliation des demandes des clients et planifie l'utilisation des divers capteurs satellitaires avec les divers organismes chargés de l'exploitation des satellites d'observation de la Terre. Ensemble, les deux stations gèrent plus de 12 000 acquisitions par année avec un taux de réussite supérieur à 99,7 p. 100.

Les sciences de la Terre contribuent également à l'agriculture et à la gestion des ressources agricoles notamment par l'élaboration de cartes géologiques des dépôts meubles, par l'étude géochimique des sols et par la caractérisation des aquifères. Ces travaux renseignent sur la distribution des métaux dans les sols et s'avèrent indispensables pour régler les problèmes de ressources en eau qui se posent en agriculture; ils aident en outre à évaluer les répercussions du changement climatique sur l'agriculture et d'autres activités humaines.

Un SIG (système d'information géographique) peut intégrer et stocker de l'information exacte sur la taille, la forme, la propriété, la taxation et l'usage des biens-fonds. Pour en savoir plus : http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Agriculture de précision

Les données à référence spatiale, ou géoréférencées, contribuent à résoudre les problèmes agricoles au niveau de la ferme. Elles peuvent ainsi augmenter la rentabilité des exploitations agricoles et permettre aux agriculteurs de mieux tenir compte des facteurs environnementaux. Issues de diverses sources allant de l'instrument de mesure sur le terrain jusqu'aux satellites, elles servent à évaluer l'état actuel des sols et des récoltes. Elles permettent en outre de suivre les variations de ces conditions dans le temps en fournissant l'information nécessaire pour intervenir presque en temps réel ou pour déterminer quels traitements

doivent être appliqués aux sols et aux cultures durant les années suivantes. Après avoir cerné les besoins de fertilisation ou de récolte à l'aide d'images transmises par des satellites de télédétection, il est possible de recourir, dans certains cas, au GPS pour orienter l'épandage des engrais ou diriger le déplacement du matériel de récolte vers un secteur de l'exploitation ou une région en particulier.

Forêts

Les sciences de la Terre favorisent la gestion durable des forêts canadiennes. Les gouvernements et les entreprises forestières se servent de données de télédétection pour recueillir de l'information sur le type et la santé des forêts, de même que sur l'étendue des zones exploitées et ravagées par des feux de forêt, entre autres choses. Au Canada, on utilise la technologie des SIG pour suivre le déroulement des programmes d'exploitation forestière, évaluer les routes d'accès aux chantiers et gérer les activités de reboisement. Le gouvernement du Canada construit des couches de données thématiques qui ont une grande utilité pour l'établissement et la surveillance des critères et indicateurs de gestion durable des forêts. Les entreprises forestières canadiennes font usage du GPS pour établir la position des arbres à l'intérieur des forêts et déterminer quelles espèces vont être cultivées. On utilise également des satellites pour localiser les feux de forêt, en suivre l'évolution et en déterminer les points chauds.

Le Système de positionnement global (GPS) est un outil important de la géomatique. Le GPS s'appuie sur une constellation de satellites qui transmettent à la Terre des signaux qui sont ensuite recueillis au moyen de divers dispositifs de réception allant d'un simple appareil portable que l'on tient à la main jusqu'à un équipement plus perfectionné en station fixe ou monté à bord d'un véhicule. Pour en savoir plus : http://www.geocan.nrcan.gc.ca/geomatics

Minéraux et énergie

Les sciences de la Terre apportent une contribution fondamentale à la mise en valeur durable des ressources minérales et énergétiques du Canada. En particulier, on s'appuie sur les cartes et les recherches géoscientifiques afin de découvrir de nouvelles ressources minérales et énergétiques, d'accroître l'efficacité des activités d'extraction et de traitement, et de transformer la matière première en produits à valeur ajoutée, de même que de surveiller et restaurer les sites miniers tout au long de leur cycle de vie. Les cartes géologiques et les études des ressources sont particulièrement cruciales dans les régions rurales et nordiques dont le potentiel minier et énergétique s'avère important sur le plan économique; elles contribuent à la création d'emplois, au développement économique et au développement de collectivités saines et durables. Les connaissances géoscientifiques jouent également un rôle essentiel dans les décisions prises sur l'utilisation des terres dont l'usage est restreint ou qui sont soustraites à la prospection et à la mise en valeur des ressources. Par exemple, on se base sur les évaluations des ressources minérales et énergétiques et des ressources en eaux souterraines pour définir ou délimiter des parcs nationaux ou des aires marines protégées.

Le savoir géoscientifique est à la base de la planification et de l'exécution des activités d'exploration dans les industries des minéraux et de l'énergie.

Il est le fruit de nombreuses années de partenariat entre les gouvernements, l'industrie et les établissements d'enseignement. Grâce à leurs services de levés géologiques, les gouvernements fédéral et provinciaux fournissent de l'information géoscientifique objective sous forme de données, de cartes et de rapports, laquelle contribue au développement et au maintien des compétences essentielles sur la géologie et les ressources du Canada.

Dans le secteur des ressources, l'exploration est un processus complexe qui comporte plusieurs étapes. Il s'agit d'abord de prendre des décisions stratégiques pour déterminer quels minéraux seront exploités, dans quels pays et de quels types de gisements, puis de choisir les zones à explorer et les technologies géoscientifiques à utiliser pour enfin procéder à la reconnaissance régionale et à l'exploration détaillée. Grâce aux données géoscientifiques régionales que le gouvernement fédéral et celui des provinces mettent dans le domaine public, il est moins nécessaire, pour les entreprises, d'investir massivement dans des levés à l'échelle régionale au début des programmes d'exploration, où le risque financier est très élevé. Cet apport gouvernemental est particulièrement important dans le contexte canadien de l'exploration minière, où les petites entreprises et les prospecteurs individuels représentent un fort pourcentage de l'activité d'exploration et ont à leur actif un grand nombre de découvertes.

Eaux souterraines

Les décisions prises au sujet de l'utilisation des terres ont des répercussions sur l'approvisionnement en eaux souterraines, une ressource naturelle renouvelable qui est essentielle au bien-être de la population ainsi qu'à la santé des écosystèmes et de l'économie du Canada. Les eaux souterraines constituent actuellement la principale source d'eau potable pour 25 p. 100 des Canadiens. L'information hydrogéologique, qui nous renseigne notamment sur les caractéristiques tridimensionnelles et sur la géologie des aquifères, revêt une importance capitale pour l'utilisation durable des ressources canadiennes en eaux souterraines. Ainsi, le gouvernement du Canada y contribue dans le cadre de partenariats avec d'autres organisations, en dressant l'inventaire des ressources en eaux souterraines du Canada et de leurs milieux géologiques. La télédétection, grâce aux données RADARSAT, contribue à la cartographie et à la surveillance des eaux de surface.

On a recours à de l'information géoscientifique pour définir les frontières provinciales, territoriales, fédérales et internationales du Canada. Par exemple, le Canada et les États-Unis se servent du Système de positionnement global pour entretenir efficacement leurs frontières communes, conformément aux traités internationaux.

Problèmes environnementaux

Études et surveillance de l'environnement

Les géoscientifiques canadiens étudient les mécanismes causant le rejet et le transport des métaux dans l'environnement. Ils s'emploient aussi à établir des données de référence et à surveiller les concentrations de métaux potentiellement dangereux et d'autres substances toxiques dans l'environnement en fournissant ainsi de l'information précieuse pour les

M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

Développements en géophysique de faible profondeur

Au cours des dernières décennies, le gouvernement du Canada a participé au développement d'instruments et de techniques qui font appel à la géophysique pour résoudre des problèmes de faible profondeur, dont les suivants :

- la prospection des ressources hydrogéologiques dans les dépôts glaciaires et leur évaluation;
- la détection des contaminants naturels et anthropiques dans les roches et les sédiments pergélisolés ou non;
- le choix de sites pour l'évacuation de déchets radioactifs dans des roches granitiques;
- la caractérisation du pergélisol et de la glace de sol pour déterminer le tracé des pipelines dans l'Arctique et pour entreprendre des travaux de construction sur terre et dans le fond de l'océan;
- la cartographie des sols instables associés à des glissements de terrain;
- l'estimation de l'amplification des mouvements de terrain d'origine sismique et des possibilités de rupture à des sites urbains constitués d'une épaisse couche de sédiments meubles.

Le gouvernement du Canada joue un rôle de chef de file mondial grâce à la recherche qu'il effectue dans certains secteurs de la géophysique de faible profondeur et notamment dans la conception de géoradars et de techniques de production de profils sismiques haute résolution ainsi que dans la mise au point d'instruments et de techniques de sondage géophysique.

Ces techniques et cet équipement parmi bien d'autres ont été spécialement conçus pour offrir un cadre tridimensionnel exact aux études géoscientifiques de faible profondeur dans les domaines de l'environnement, du génie et des eaux souterraines. La plupart peuvent être transférés aux entreprises canadiennes qui fabriquent des instruments géophysiques et offrent des services dans ces domaines.

Le gouvernement du Canada entretient des liens étroits avec les universités et les entreprises dans le but de poursuivre le développement de technologies géophysiques d'avant-garde et d'offrir des conseils, des normes de base et des services d'essai de pointe.

décisions concernant la gestion des terres et des ressources. On a récemment créé le réseau de recherche *Les métaux dans l'environnement*, qui regroupe des universités, des gouvernements et des entreprises du Canada, afin de favoriser et de coordonner davantage les recherches qui ont pour but de déterminer comment les métaux se déplacent et se transforment dans l'environnement et en quoi ils affectent les écosystèmes et la santé humaine.

En fournissant de l'information sur les apports naturels et anthropiques de métaux et de substances toxiques à l'environnement, les sciences de la Terre contribuent à évaluer les répercussions environnementales des activités actuelles et futures, notamment les projets d'exploration et d'exploitation minérales et énergétiques. Ces connaissances aident, entre autres, à évaluer les possibilités d'enfouissement de déchets nucléaires et autres dans des formations géologiques.

Les sciences de la Terre contribuent à suivre le mouvement des polluants sur de courtes et de longues distances dans l'atmosphère. Il est notamment possible de différencier les sources naturelles et anthropiques des polluants atmosphériques en analysant les émissions des centrales à

Développements en géophysique de faible profondeur

Au cours des dernières décennies, le gouvernement du Canada a participé au développement d'instruments et de techniques qui font appel à la géophysique pour résoudre des problèmes de faible profondeur, dont les suivants :

- **la prospection des ressources hydrogéologiques dans les dépôts glaciaires et leur évaluation;**
- **la détection des contaminants naturels et anthropiques dans les roches et les sédiments pergélisolés ou non;**
- **le choix de sites pour l'évacuation de déchets radioactifs dans des roches granitiques;**
- **la caractérisation du pergélisol et de la glace de sol pour déterminer le tracé des pipelines dans l'Arctique et pour entreprendre des travaux de construction sur terre et dans le fond de l'océan;**
- **la cartographie des sols instables associés à des glissements de terrain;**
- **l'estimation de l'amplification des mouvements de terrain d'origine sismique et des possibilités de rupture à des sites urbains constitués d'une épaisse couche de sédiments meubles.**

Le gouvernement du Canada joue un rôle de chef de file mondial grâce à la recherche qu'il effectue dans certains secteurs de la géophysique de faible profondeur et notamment dans la conception de géoradars et de techniques de production de profils sismiques haute résolution ainsi que dans la mise au point d'instruments et de techniques de sondage géophysique.

Ces techniques et cet équipement parmi bien d'autres ont été spécialement conçus pour offrir un cadre tridimensionnel exact aux études géoscientifiques de faible profondeur dans les domaines de l'environnement, du génie et des eaux souterraines. La plupart peuvent être transférés aux entreprises canadiennes qui fabriquent des instruments géophysiques et offrent des services dans ces domaines.

Le gouvernement du Canada entretient des liens étroits avec les universités et les entreprises dans le but de poursuivre le développement de technologies géophysiques d'avant-garde et d'offrir des conseils, des normes de base et des services d'essai de pointe.

décisions concernant la gestion des terres et des ressources. On a récemment créé le réseau de recherche *Les métaux dans l'environnement*, qui regroupe des universités, des gouvernements et des entreprises du Canada, afin de favoriser et de coordonner davantage les recherches qui ont pour but de déterminer comment les métaux se déplacent et se transforment dans l'environnement et en quoi ils affectent les écosystèmes et la santé humaine.

En fournissant de l'information sur les apports naturels et anthropiques de métaux et de substances toxiques à l'environnement, les sciences de la Terre contribuent à évaluer les répercussions environnementales des activités actuelles et futures, notamment les projets d'exploration et d'exploitation minérales et énergétiques. Ces connaissances aident, entre autres, à évaluer les possibilités d'enfouissement de déchets nucléaires et autres dans des formations géologiques.

Les sciences de la Terre contribuent à suivre le mouvement des polluants sur de courtes et de longues distances dans l'atmosphère. Il est notamment possible de différencier les sources naturelles et anthropiques des polluants atmosphériques en analysant les émissions des centrales à

charbon qui sont transportées par les vents. L'information ainsi recueillie aide à déterminer si l'industrie se conforme aux recommandations en matière d'environnement.

L'information géologique sert aussi à évaluer le risque de dommages causés par les pluies acides dans les différentes régions du pays. Au début des années 1980, des géoscientifiques canadiens ont lancé un projet pilote visant à circonscrire, par interprétation des cartes géologiques, les régions où la nature ne peut absorber et neutraliser les précipitations acides. Ce projet a débouché sur la publication d'une série de cartes qui représentent la sensibilité de diverses régions aux pluies acides.

Changement climatique

Selon les prévisions, le changement climatique aura un impact sur la disponibilité et la qualité des terres. Les modes d'utilisation des terres peuvent dépendre de la stabilité des pentes, elle-même tributaire du climat. Le risque d'une élévation du niveau de la mer sous l'effet de la hausse des températures suscite des préoccupations; on craint une augmentation des inondations, de l'érosion côtière et du transport des sédiments sur le long littoral du Canada. Un réchauffement de la température peut provoquer le dégel du pergélisol, ce qui menacerait les routes, les réseaux de distribution, les pipelines et les voies ferrées dans les régions nordiques canadiennes. Il accroît également le risque d'un soulèvement dû au gel et d'un affaissement dû au dégel, qui menaceraient l'intégrité structurale des bâtiments.

Les sciences de la Terre nous permettent de mieux comprendre et surveiller les relations entre le climat, les systèmes terrestres et l'activité humaine. Les connaissances qu'elles génèrent sont indispensables pour évaluer les répercussions possibles du changement climatique et choisir les mesures d'adaptation les plus appropriées.

Dans le but d'analyser l'histoire et la dynamique du système climatique, les géoscientifiques canadiens observent les calottes glaciaires du Haut-Arctique depuis plus de 30 ans; ils ont produit la plus longue séquence de données extraites des glaciers polaires (voir *http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/page1/clim/new/f-uic-es.htm*). Dans le cadre d'un projet international, ils étudient actuellement des carottes de glace en vue d'évaluer l'ampleur du changement climatique dans la région circumpolaire. Ils se servent de données issues de l'examen des anneaux des arbres pour reconstituer les variations de l'humidité et de la température au cours des siècles derniers et pour évaluer le comportement des écosystèmes face aux perturbations naturelles. Ils exploitent les ressources de la technologie satellitaire canadienne (RADARSAT-1) pour estimer la vitesse d'écoulement de la glace de glacier dans l'Antarctique. Ces recherches se rattachent à l'étude des variations de superficie et de volume des nappes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland, qui pourraient entraîner une élévation du niveau de la mer.

Dans le cadre des recherches effectuées au Canada pour évaluer le potentiel de capture et de séquestration du dioxyde de carbone dans divers environnements, les géoscientifiques élaborent actuellement un modèle qui permettra d'estimer la quantité de carbone stocké dans les tourbières et les forêts canadiennes.

Le Canada poursuit également des recherches qui faciliteront l'élaboration des mesures d'adaptation au changement climatique, et notamment la prise des décisions au sujet de l'utilisation des terres. Par exemple, des géoscientifiques étudient la stabilité des pentes afin de délimiter les zones présentant un risque élevé de mouvement de terrain; grâce aux résultats de leurs travaux, il sera possible d'éviter ces zones ou de concevoir des structures (comme les pipelines et les voies ferrées) capables de résister aux effets de ces mouvements. On documente actuellement les répercussions des violentes tempêtes qui ont frappé la côte de la Nouvelle-Écosse afin d'améliorer l'évaluation et la cartographie des risques. Des scientifiques collaborent avec les administrations locales et l'industrie pour évaluer la sensibilité potentielle des bâtiments à un éventuel dégel du pergélisol sous l'effet du changement climatique à Norman Wells, dans les Territoires du Nord-Ouest. Grâce à l'information ainsi recueillie, les administrations

Effets et adaptation

L'adaptation consiste en une série d'ajustements socio-économiques qui doivent être effectués afin d'affronter les conséquences des modifications actuelles du climat et de celles à venir. Pour être efficaces, les stratégies d'adaptation doivent être fondées sur des évaluations exactes de la sensibilité et de la vulnérabilité des diverses régions et des secteurs économiques du Canada aux bouleversements d'origine climatique. Il importe de tenir compte des modifications des conditions climatiques dans le cadre de la planification de l'infrastructure du pays et de l'utilisation à long terme des ressources naturelles.

Une partie du Fonds d'action pour le changement climatique du gouvernement du Canada est attribuée à des recherches sur les effets du changement climatique et sur l'adaptation à ceux-ci. On trouvera un complément d'information sur Internet (*http://s-601-tsdweb.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/main_fr.htm*).

La recherche menée à l'appui des mesures d'adaptation est illustrée par les exemples suivants :

Stabilité des pentes. Les processus géomorphologiques, dont ceux qui mettent en cause la stabilité des pentes, sont tributaires du climat. En fait, le climat est la force motrice de certains mécanismes qui compromettent la stabilité des pentes, de la reptation au glissement de terrain. Les stratégies d'adaptation qui permettront de contrecarrer efficacement les effets possibles du changement climatique sur la stabilité des pentes doivent être basées sur une compréhension de la variabilité spatiale de ces effets, de leur dynamique et de leur relation au climat.

Tempêtes, hausse du niveau de la mer et érosion littorale. Le Canada étudie les systèmes côtiers à transformation rapide de la région atlantique du Canada, où la hausse du niveau de la mer contribue à l'érosion généralisée du littoral et au recul des côtes vers l'intérieur des terres. La cartographie des fonds marins a révélé la présence de lits d'anciens lacs et rivières dans le détroit de Northumberland, de rivages submergés au large de Terre-Neuve et d'estuaires submergés au large de la Nouvelle-Écosse. Des études récentes ont fourni des indications précises en ce qui concerne la montée épisodique du niveau de la mer et les variations de la configuration du littoral.

Dans le cadre des recherches effectuées au Canada pour évaluer le potentiel de capture et de séquestration du dioxyde de carbone dans divers environnements, les géoscientifiques élaborent actuellement un modèle qui permettra d'estimer la quantité de carbone stocké dans les tourbières et les forêts canadiennes.

Le Canada poursuit également des recherches qui faciliteront l'élaboration des mesures d'adaptation au changement climatique, et notamment la prise des décisions au sujet de l'utilisation des terres. Par exemple, des géoscientifiques étudient la stabilité des pentes afin de délimiter les zones présentant un risque élevé de mouvement de terrain; grâce aux résultats de leurs travaux, il sera possible d'éviter ces zones ou de concevoir des structures (comme les pipelines et les voies ferrées) capables de résister aux effets de ces mouvements. On documente actuellement les répercussions des violentes tempêtes qui ont frappé la côte de la Nouvelle-Écosse afin d'améliorer l'évaluation et la cartographie des risques. Des scientifiques collaborent avec les administrations locales et l'industrie pour évaluer la sensibilité potentielle des bâtiments à un éventuel dégel du pergélisol sous l'effet du changement climatique à Norman Wells, dans les Territoires du Nord-Ouest. Grâce à l'information ainsi recueillie, les administrations

Effets et adaptation

L'adaptation consiste en une série d'ajustements socio-économiques qui doivent être effectués afin d'affronter les conséquences des modifications actuelles du climat et de celles à venir. Pour être efficaces, les stratégies d'adaptation doivent être fondées sur des évaluations exactes de la sensibilité et de la vulnérabilité des diverses régions et des secteurs économiques du Canada aux bouleversements d'origine climatique. Il importe de tenir compte des modifications des conditions climatiques dans le cadre de la planification de l'infrastructure du pays et de l'utilisation à long terme des ressources naturelles.

Une partie du Fonds d'action pour le changement climatique du gouvernement du Canada est attribuée à des recherches sur les effets du changement climatique et sur l'adaptation à ceux-ci. On trouvera un complément d'information sur Internet *(http://s-601-tsdweb.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/main_fr.htm)*.

La recherche menée à l'appui des mesures d'adaptation est illustrée par les exemples suivants :

Stabilité des pentes. Les processus géomorphologiques, dont ceux qui mettent en cause la stabilité des pentes, sont tributaires du climat. En fait, le climat est la force motrice de certains mécanismes qui compromettent la stabilité des pentes, de la reptation au glissement de terrain. Les stratégies d'adaptation qui permettront de contrecarrer efficacement les effets possibles du changement climatique sur la stabilité des pentes doivent être basées sur une compréhension de la variabilité spatiale de ces effets, de leur dynamique et de leur relation au climat.

Tempêtes, hausse du niveau de la mer et érosion littorale. Le Canada étudie les systèmes côtiers à transformation rapide de la région atlantique du Canada, où la hausse du niveau de la mer contribue à l'érosion généralisée du littoral et au recul des côtes vers l'intérieur des terres. La cartographie des fonds marins a révélé la présence de lits d'anciens lacs et rivières dans le détroit de Northumberland, de rivages submergés au large de Terre-Neuve et d'estuaires submergés au large de la Nouvelle-Écosse. Des études récentes ont fourni des indications précises en ce qui concerne la montée épisodique du niveau de la mer et les variations de la configuration du littoral.

municipales seront plus à même de planifier les changements à apporter à leurs directives sur le remplacement et la construction des infrastructures afin de s'adapter au changement climatique.

Biodiversité

Les sciences de la Terre contribuent à la conservation et à l'utilisation durable des ressources biologiques; elles fournissent les connaissances et les technologies nécessaires pour assurer une saine gestion des ressources naturelles, c'est-à-dire faire en sorte qu'elles soient mises en valeur et utilisées avec un maximum d'efficacité et en ayant le moins d'effets possible sur l'environnement. En outre, le GPS et les SIG facilitent la gestion de la faune, notamment la protection des espèces en péril. Le GPS, en effet, peut suivre les déplacements d'un animal ou même d'un troupeau. La technologie des SIG, pour sa part, sert à représenter sur des cartes les mouvements de la faune ainsi que les variations de son habitat (p. ex., les terres humides et les forêts). À la lumière de cette information, les décideurs peuvent éviter de perpétuer des pratiques d'utilisation des terres qui détruisent ou dégradent l'habitat de la faune.

Risques naturels et urgences

Le Canada est régulièrement le théâtre de catastrophes naturelles qui, parfois, ont des effets dévastateurs. Au nombre de ces catastrophes figurent les tremblements de terre, les inondations, les glissements de terrain, les variations de la distribution du pergélisol, les tornades, les feux de forêt et les avalanches. Tous ces phénomènes limitent l'utilisation des terres et le développement économique, et menacent la sécurité publique. Or, les sciences de la Terre jouent un rôle dans la surveillance, l'évaluation et l'étude des risques naturels. Elles contribuent en outre à l'élaboration des politiques d'atténuation, à la prestation de services d'information et à l'établissement des cartes nécessaires aux interventions en cas d'urgence.

La connaissance des conditions et des processus géologiques fondamentaux est essentielle pour gérer les aquifères dans l'optique du développement durable, pour évaluer et gérer les risques naturels, comme les glissements de terrain et les tremblements de terre, pour évaluer les variations de la qualité de l'environnement, comme celles attribuables au rejet des métaux dans l'environnement et pour étudier le système climatique afin d'être en mesure de lutter efficacement contre le changement climatique. Pour en savoir plus : http://www.nrcan.gc.ca/gsc/index_f.html

De concert avec ses partenaires disséminés à la grandeur du pays, le gouvernement du Canada gère et exploite des réseaux nationaux, des observatoires et des programmes de surveillance qui aident à faire face aux catastrophes naturelles et aux situations d'urgence. Ces outils fournissent des évaluations de risques et de l'information qui permettent de donner des conseils sur l'élaboration des politiques, la gestion des risques et l'atténuation des effets. Grâce à ces outils, il est aussi possible d'alerter les autorités provinciales, nationales et internationales compétentes ainsi que la population canadienne pour les informer des dangers imminents et pour les aider à intervenir en cas de catastrophe et de situation d'urgence en mettant à leur disposition, presque en temps réel, des évaluations cruciales des situations au fur et à mesure qu'elles se développent.

Les organisations géoscientifiques du Canada fournissent de l'information essentielle à la prise des décisions sur l'utilisation des terres, notamment en ce qui concerne les travaux liés à la stabilité des pentes, aux inondations et au pergélisol. Les géoscientifiques étudient les glissements de terrain pour en déterminer les causes et les effets, circonscrire les zones à risque et contribuer ainsi à la mise en oeuvre de méthodes sécuritaires de gestion des terres dans les régions fragiles. Par exemple, un vaste inventaire des glissements de terrain a été dressé pour la majeure partie du Yukon. Comme les régions ayant enregistré un grand nombre de glissements de terrain sont également les plus sujettes à ce phénomène, l'inventaire aidera à délimiter les zones à risque. Il sera d'une très grande utilité pour la planification des tracés des routes et des pipelines, pour le choix du site d'implantation des installations côtières, de même que pour l'évaluation des risques environnementaux.

Dans le sud du Manitoba, des chercheurs s'emploient à reconstituer la longue histoire des crues de la rivière Rouge et à étudier les facteurs géologiques pertinents dans le cadre d'un programme qui vise à augmenter la protection contre les inondations dans cette région. Les résultats de leurs recherches aideront à évaluer les risques et à prendre les décisions sur les mesures d'atténuation et les plans d'utilisation des terres qu'il convient d'adopter à long terme.

Inondation de la rivière Rouge dans le sud du Manitoba, en 1997. *Photo : Commission géologique du Canada.*

Les géoscientifiques étudient également le pergélisol, qui couvre plus de la moitié du territoire canadien, et ses effets sur le développement du Canada. Dans le cadre de leurs travaux, ils élaborent des modèles pour chiffrer les risques auxquels l'infrastructure pétrolière et gazière est exposée en raison de la dégradation du pergélisol et du mouvement des pentes, ainsi que pour analyser les mécanismes occasionnant le transport, dans le pergélisol, des contaminants en provenance des sites de déchets industriels.

Partenariats

Le gouvernement fédéral de même que chacun des gouvernements provinciaux et territoriaux doivent se doter de moyens en géologie et en géomatique pour remplir leur mandat. Par l'entremise du Comité national des commissions géologiques, ils discutent des questions d'intérêt mutuel et formulent des plans d'action conjointe dans le domaine géoscientifique. En 1996, l'Accord géoscientifique intergouvernemental (AGI) a été établi afin de définir les rôles et responsabilités complémentaires des deux ordres de gouvernement. L'AGI énonce des principes de collaboration pour optimiser l'utilisation des ressources et établit en outre des mécanismes en vue de maximiser la collaboration dans le domaine géoscientifique. Le renouvellement prévu de cet accord en septembre 2001 confirme qu'une collaboration s'impose dans les grands dossiers prioritaires de portée nationale et régionale. Le Conseil canadien de géomatique est le principal organe de consultation fédéral-provincial-territorial en matière de gestion de l'information géomatique. La consultation nationale,

par exemple, a amené les gouvernements à participer activement à la création de GéoConnexions, un programme de développement d'un système d'information géospatiale. Un accord national sur GéoConnexions, qui est en voie d'élaboration, définira le partage des responsabilités à l'égard des initiatives géospatiales d'envergure nationale.

Les pouvoirs publics au Canada collaborent étroitement avec le secteur privé et les universités dans les domaines de la géomatique et de la géologie. Un des volets du programme GéoConnexions, GéoInnovation, stimule l'établissement de partenariats entre les gouvernements et le secteur privé. Le réseau GEOIDE (la Géomatique pour des interventions et des décisions éclairées), qui a récemment vu le jour dans le cadre du Programme de réseaux de centres d'excellence du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, vise à relier tous les secteurs qui exercent des activités dans le domaine de la géomatique. Il rallie 90 chercheurs des universités, du secteur privé, des gouvernements et d'autres organisations autour d'un même objectif, soit celui de faciliter le transfert efficace des résultats de la recherche et leur conversion en produits d'information et en technologies commercialisables au Canada.

GéoConnexions

Internet se révèle d'une grand utilité pour mettre à la disposition des Canadiens l'information dont ils ont besoin pour participer au processus décisionnel. Des efforts se font actuellement pour améliorer, au moyen d'Internet, l'accès à l'information géoscientifique et à d'autres données géographiques. Pour en savoir plus : http://www.geoconnexions.org

Peuples autochtones

Le 1er avril 1999, la création d'un nouveau territoire appelé Nunavut a radicalement transformé la carte du Canada. Le Nunavut — mot qui signifie « notre terre » en inuktitut — est la terre traditionnelle des Inuits dans l'est de l'Arctique canadien, un territoire qui occupe le cinquième de la masse continentale du Canada.

Une des priorités du gouvernement fédéral, des gouvernements territoriaux et des administrations locales est de donner aux collectivités rurales, éloignées et autochtones les pouvoirs et les outils nécessaires pour se prendre en main. Il s'agit notamment de développer leurs compétences et de les informer suffisamment pour qu'elles soient davantage en mesure de prendre des décisions en matière de développement durable et, plus particulièrement, d'appliquer une conception intégrée de la gestion et de la planification des terres.

Le gouvernement du Canada est chargé d'exploiter et de tenir à jour un système officiel d'arpentage des terres publiques (réserves indiennes, parcs et lieux historiques nationaux, et territoires du Nord) et des zones extracôtières du Canada. Ces terres représentent plus de la moitié du territoire canadien et sont surtout habitées par des peuples autochtones. Il est essentiel de posséder une bonne infrastructure de droits fonciers pour assurer une mise en valeur durable et ordonnée des terres.

À titre de gouvernement chargé du Système d'arpentage des terres du Canada, le gouvernement canadien s'emploie actuellement à mettre en place un canevas de levés officiels dans le contexte d'un régime de droits fonciers qui favorise la mise en valeur durable des ressources et permet de transférer aux peuples autochtones des compétences en gestion des terres et des technologies appropriées.

Grâce à l'Initiative de développement durable des collectivités et à d'autres programmes, le gouvernement fédéral s'applique à constituer, au sein des collectivités rurales, éloignées et autochtones, la capacité d'utiliser l'information géoscientifique et géospatiale pour prendre des décisions en matière d'utilisation des terres, de gestion des ressources et de développement durable. Dans le cadre de cette initiative, il collabore

avec ses partenaires afin d'aider les collectivités canadiennes à se doter des outils de planification et de décision dont elles ont besoin. Pour ce faire, il leur donne accès, grâce à Internet, à de l'information sur les ressources naturelles et sur diverses questions socio-économiques. Un projet pilote est en cours avec la nation crie de Montreal Lake, en Saskatchewan, pour recueillir des renseignements sur les déplacements et les besoins en habitat du wapiti et pour intégrer cette information à des plans de gestion forestière. L'objectif visé est de réintroduire le wapiti dans la région de Montreal Lake. La chasse au wapiti est un élément important de la culture crie locale et, par l'activité touristique qu'elle suscite, est une source de retombées économiques supplémentaires. La collectivité recevra de la formation sur l'utilisation d'outils d'aide à la décision et la préparation de rapports de recherche, de sorte qu'elle pourra voler de ses propres ailes une fois le projet pilote terminé.

Dans un autre projet pilote qui relève de l'Initiative de développement durable des collectivités, la Première nation de Walpole Island, en Ontario, envisage d'utiliser des SIG pour diverses activités de gestion, notamment la gouvernance, l'aménagement des terres, la détermination et la préservation des sites archéologiques du patrimoine, la planification des inventaires pour sa coopérative de foresterie durable et les questions de santé publique liées à son approvisionnement en eau. La Première nation se sert déjà d'un SIG pour consigner les souvenirs des Aînés au sujet des éléments géographiques des terres de la réserve.

COLLABORATION INTERNATIONALE

Le Canada est reconnu comme un chef de file des sciences de la Terre, et son expertise est très en demande dans le monde entier. Il est de plus en plus appelé à participer à des programmes internationaux de surveillance et de recherche sur des enjeux d'envergure planétaire, comme celui du changement climatique. Ainsi, des spécialistes de la télédétection apportent leur contribution aux travaux du Comité directeur international de la cartographie mondiale, qui a pour objectif de produire un ensemble cohérent de bases de données géospatiales à l'appui des études nationales et internationales sur le changement climatique. Le Canada participe en outre à un projet international qui vise à construire et à tenir à jour des bases de données numériques sur la géologie et les gîtes minéraux de la planète.

Le Canada collabore avec d'autres pays à des recherches scientifiques d'intérêt mutuel. Par exemple, il participe à l'analyse des risques sismiques et des hydrates de gaz avec le Japon et les États-Unis. De concert avec les États-Unis et le Mexique, il a élaboré une carte des risques naturels en Amérique du Nord.

Le Canada participe à une foule de projets qui visent à renforcer les capacités géoscientifiques dans d'autres pays. Ainsi, il aide à constituer une base de connaissances pour l'exploration minérale d'une région reculée des Andes et contribue au partage technologique et au

Activités internationales de télédétection

En mettant l'accent sur la formation et le transfert technologique, le Canada possède un programme axé sur la constitution de capacités en matière de télédétection dans les pays participants. Le programme donne aux participants l'occasion d'acquérir des connaissances sur les données RADARSAT et d'apprendre à les utiliser dans des domaines tels que la planification et la gestion des ressources. Ce programme appuie aussi l'établissement de liens entre les organismes canadiens des secteurs publics et privés et leurs homologues dans les pays hôtes. Plusieurs pays d'Amérique Latine ont déjà bénéficié de ce programme.

Depuis 1972, le Canada a participé à la plupart des principaux programmes de télédétection spatiale par la réception, le traitement et l'archivage des données de l'Amérique du Nord aux stations de réception canadiennes. Dans certains cas, il a développé la technologie à l'appui de ces programmes internationaux. De même, en collaboration avec des organismes internationaux, il continue de mettre au point de nouvelles applications importantes qui utilisent les données de télédétection et ont un impact planétaire.

renforcement des capacités dans plusieurs pays d'Amérique du Sud. Dans le cadre des programmes GlobeSAR 1 et GlobeSAR 2, le Canada a lancé récemment plusieurs initiatives où il s'emploie à étendre l'application des données radar (une forme de télédétection), à accroître leur utilité pour les utilisateurs et à transférer des technologies, surtout à des pays en développement. Des douzaines de projets différents ont été entrepris, dont un grand nombre en agriculture. Dans le cadre de GlobeSAR 1, des données radar aériennes ont fourni de l'information utile à la gestion des cultures, notamment au sujet du type de riz, des périodes de croissance et des surfaces cultivées dans une région de la Chine méridionale.

PERSPECTIVES

On reconnaît de plus en plus la contribution que les sciences de la Terre peuvent apporter aux décisions prises dans les secteurs public et privé. Compte tenu de l'ampleur de la tâche que représente le développement durable pour le Canada, de l'augmentation de la demande locale et mondiale de terres et de la complexité croissante des enjeux environnementaux, nul doute que le besoin d'information géoscientifique ira en grandissant.

Le Canada assiste actuellement à une évolution rapide et à une convergence des technologies de l'information et des communications. Ce facteur, conjugué à la mise au point de satellites toujours plus sophistiqués qui transforment radicalement les méthodes de représentation de la Terre, de mesure et de positionnement, a un impact majeur sur les modes d'acquisition et de diffusion de l'information géoscientifique. On prévoit qu'un nombre croissant de gens et d'organisations utiliseront l'information générée par les sciences de la Terre, ce qu'on attribue en partie à un meilleur accès à l'information rendu possible par Internet et à une transformation de la fonction de gouvernement qui confiera un rôle plus important aux citoyens et aux collectivités.

En misant sur les partenariats multidisciplinaires, le Canada cherche à approfondir les connaissances sur la masse continentale du Canada qui s'avèrent essentielles au développement durable, à accroître l'accès à de l'information géoscientifique et géospatiale intégrée ainsi qu'à fournir des technologies qui faciliteront la prise des décisions au sujet de l'utilisation des terres. Une de ses tâches importantes sera de s'assurer que les capacités scientifiques et techniques des gouvernements, des universités et du secteur privé se développent à une cadence suffisamment rapide pour suivre le rythme de la demande.

LECTURES RECOMMANDÉES

CONSEIL DE DIRECTION DE L'INITIATIVE MINIÈRE DE WHITEHORSE. *L'Accord du Conseil de direction de l'Initiative minière de Whitehorse : rapport final*, Ottawa, Association minière du Canada, 1994. Sur Internet : <http://www.nrcan.gc.ca/mms/sdev/accordf.pdf>.

ÉNERGIE, MINES et RESSOURCES CANADA. *La science du changement : la recherche géoscientifique sur l'environnement réalisée par la Commission géologique du Canada*, Ottawa, le Ministère, 1991.

GOUVERNEMENT DU CANADA. *La perspective du Canada sur les changements climatiques : science, impacts et adaptation*, s.l.s.n.n.d. [1999]. Sur Internet : <http://www.ec.gc.ca//cc/CoP5/sia/index_f.htm>.

MCNAIRN, H., et R.J. BROWN. *Remote Sensing in Support of Crop Management*, Ottawa, Ressources naturelles Canada, Centre canadien de télédétection, 1999. Communication présentée à la Conference on Space Application for Promoting Sustainable Agriculture, organisée par les Nations Unies, la Chine et l'Agence spatiale européenne (ESA) et tenue à Beijing, en Chine, du 14 au 17 septembre 1999. Sur Internet : <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/ref/bibpdf/4708.pdf>.

RESSOURCES NATURELLES CANADA. *La politique des minéraux et des métaux du gouvernement du Canada : des partenariats pour un développement durable*, Ottawa, le Ministère, 1996. Sur Internet : <http://www.nrcan.gc.ca/mms/sdev/mmp-f.pdf>.

———. *Accès au territoire, zones protégées et développement durable : document d'information*, Ottawa, le Ministère, 1998. Sur Internet : <http://www.nrcan.gc.ca/mms/pubs/land-f.pdf>.

———. *Commission géologique du Canada : 1998-1999*, Ottawa, le Ministère, 1999.

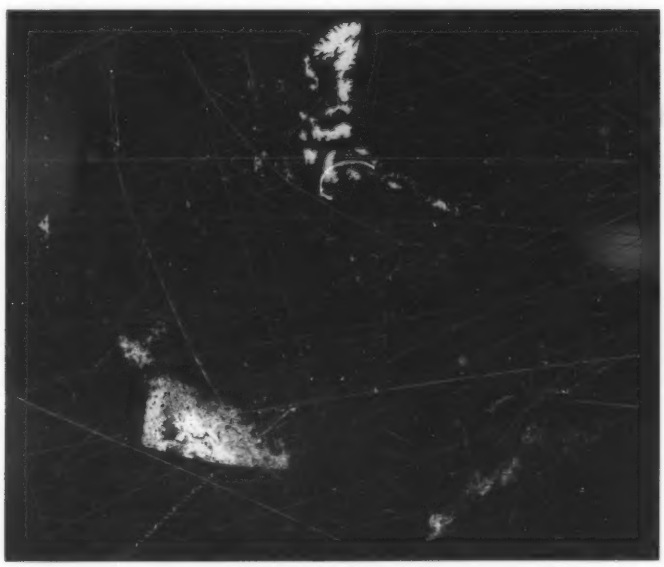
———. *Une tradition d'innovation : Géomatique Canada 1998-1999*, Ottawa, le Ministère, 1999.

SITES WEB

Affaires étrangères et Commerce international :
http://www.dfait-maeci.gc.ca
Affaires indiennes et du Nord Canada :
http://www.inac.gc.ca
Agriculture et Agroalimentaire Canada :
http://www.agr.ca
Association minière du Canada :
http://www.mining.ca
Base d'informations sur l'état de l'environnement canadien :
http://www1.ec.gc.ca/~soer/index_f.html
Centre canadien d'information sur la prévention de la pollution :
http://www.ec.gc.ca/cppic
Centre de recherches pour le développement international :
http://www.idrc.ca/fr
CEONet :
http://ceonet.ccrs.nrcan.gc.ca
Changements climatiques Canada :
http ://climatechange.gc.ca
Commission de coopération environnementale :
http://www.cec.org
Commission géologique du Canada — Ressources naturelles Canada :
http://www.nrcan.gc.ca/gsc
Commission mixte internationale :
http://www.ijc.org
Conseil canadien des aires écologiques* :
http ://www.cprc.uregina.ca/ccea
Conseil canadien des ministres de l'environnement :
http://www.ccme.ca/index_f.html
Conseil de l'Arctique* :
http://arctic-council.usgs.gov
Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada)* :
http://www.wetlands.ca/nawcc
Convention de Ramsar relative aux zones humides :
http://iucn.org/themes/ramsar
Enquête sur l'importance de la nature pour les Canadiens :
http://www.ec.gc.ca/nature
Environnement Canada :
http://www.ec.gc.ca
Étude du plateau continental polaire :
http://www.geocan.nrcan.gc.ca
Étude sur les bassins des rivières du Nord :
http://www.mb.ec.gc.ca/FRENCH/WATER/SCIENCE/nrbs95.html
Escarpement du Niagara (Ontario)* :
http://www.escarpment.org
Fédération canadienne de la faune :
http://www.cwf-fcf.org
Fédération canadienne des municipalités :
http://www.fcm.ca
Fondation Evergreen* :
http://www.evergreen.ca
GéoConnexions :
http://www.geoconnexions.org
Géomatique Canada — Ressources naturelles Canada :
http://www.geocan.nrcan.gc.ca
Gouvernement de la Colombie-Britannique* :
http://www.gov.bc.ca
Gouvernement de l'Alberta* :
http://www.gov.ab.ca
Gouvernement de la Nouvelle-Écosse* :
http://www.gov.ns.ca
Gouvernement de la Saskatchewan* :
http://www.gov.sk.ca
Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard* :
http://www.gov.pe.ca
Gouvernement de l'Ontario :
http://www.gov.on.ca
Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest* :
http://www.gov.nt.ca
Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador* :
http://www.gov.nf.ca
Gouvernement du Canada :
http://www.gc.ca
Gouvernement du Manitoba :
http://www.gov.mb.ca
Gouvernement du Nouveau-Brunswick :
http://www.gov.nb.ca
Gouvernement du Nunavut* :
http://www.gov.nu.ca
Gouvernement du Québec :
http://www.gouv.qc.ca
Gouvernement du Yukon :
http://www.gov.yk.ca/francais
Industrie Canada :
http://www.ic.gc.ca
Initiative de l'écosystème du bassin de Géorgie :
http://www.pyr.ec.gc.ca/GeorgiaBasin/gbi_flndex.htm
Institut international du développement durable* :
http://iisd1.iisd.ca
Institut national de recherche sur les eaux :
http://www.cciw.ca/nwri-f/intro.html
L'Atlas national du Canada en ligne :
http://www.atlas.gc.ca
L'homme et la biosphère — Programme MAB du Canada :
http://www.cciw.ca/mab/intro.html
Ministère de l'Environnement du Québec :
http://www.menv.gouv.qc.ca/index.htm

Musée canadien de la nature :
http://www.nature.ca
Nos Grands Lacs :
http://www.cciw.ca/glimr/intro-f.html
Pêches et Océans :
http://www.ncr.dfo.ca
Plan d'action du Fraser :
http://www.pyr.ec.gc.ca/ec/frap/index.html
Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000 :
http://www.slv2000.qc.ec.gc.ca
Plan d'assainissement du littoral atlantique :
http://www.ns.ec.gc.ca/community/acap/index_f.html
Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS)* :
http://www.wetlands.ca/nawcc/nawmp
Réseau canadien de l'environnement :
http://www.cen.web.net
Réseau canadien d'information sur la biodiversité :
http://www.cbin.ec.gc.ca/Biodiversity
Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RESE) :
http://www.cciw.ca/eman/intro.html
Ressources naturelles Canada :
http://www.nrcan.gc.ca
Santé Canada :
http://www.hc-sc.gc.ca
SDinfo :
http://www.sdinfo.gc.ca
Secteur des sciences de la Terre — Ressources naturelles Canada :
http://www.nrcan.gc.ca/ess
Service canadien de la faune :
http://www.ec.gc.ca/cws-scf/cwshom_f.html
Société canadienne d'hypothèques et de logement :
http://www.cmhc-schl.gc.ca
Statistique Canada :
http://www.statcan.ca
Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie :
http://www.nrtee-trnee.ca
Transports Canada :
http://www.tc.gc.ca
The Wetlands Network* :
http://www.wetlands.ca

*Au moment d'aller sous presse, les sites marqués d'un astérisque étaient soit en voie d'élaboration, soit disponibles seulement en anglais ou dans d'autres langues.



Carte de la couverture terrestre du Canada montrant la distribution des divers types de couverture terrestre et établie à partir de données satellitaires de 1995. On trouvera un complément d'information sur Internet (*http://otter.ccrs.nrcan.gc.ca:80/ccrs/comvnts/rsic/2701/2701rs4f.html*). *©Gouvernement du Canada*